

**UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID**  
**ESCUELA POLITÉCNICA SUPERIOR**  
**DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA ELÉCTRICA**



**DIRECTIVA 2012/27/UE DE EFICIENCIA  
ENERGÉTICA. TRANSPOSICIÓN.  
AUDITORIAS ENERGÉTICAS.**

**TRABAJO FIN DE GRADO**

**AUTOR: ÁLVARO SALVADOR GUERRA**

**TUTOR: FERNANDO SOTO MARTOS**

**Leganés, Septiembre de 2015**



## AGRADECIMIENTOS

Agradecer en primer lugar a mi tutor Fernando Soto Martos, por haberme concedido la oportunidad de realizar el trabajo fin de grado bajo su tutela, por guiarme en el enorme océano de información en el que vivimos e indicarme los puntos clave donde profundizar y analizar, a la vez que me orientó para diseñar la estructura general del TFG.

También agradecer su predisposición y amabilidad a adaptarse a mis horarios para las reuniones, pues son algo limitados ya que estoy trabajando, y recibirme en su despacho de Madrid a última hora de la tarde en lugar de en el campus de Leganés.

Agradecer a mi padre el esfuerzo que hizo muchos sábados y domingos y entre semana algunos días también, llevándome en coche a la biblioteca y si se daba la ocasión incluso me recogía igualmente.

Gracias a mi hermano que asimismo realizó la misma actividad que mi padre, algunas veces, durante la etapa final del proyecto.

No se me olvida mi madre que me recordaba todos los días que tenía que trabajar y realizar el TFG, por si acaso no lo tenía en cuenta, con tesón y perseverancia. Gracias madre, sé que lo hacías por mi bien.

También mentar a mis amigos más cercanos que me han apoyado e instigado, cada uno a su manera, a realizar y finalizar el proyecto fin de grado.

“Uno sabe lo que recuerda, recuerda lo que estudia y estudia lo que le gusta”  
Cesar.

## ÍNDICE GENERAL

<b>1. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>6</b>
<b>2. OBJETIVO DEL TFG .....</b>	<b>7</b>
<b>2.1. Organización del texto .....</b>	<b>7</b>
<b>3. SISTEMA ELÉCTRICO ESPAÑOL .....</b>	<b>8</b>
<b>3.1. Generación eléctrica. ....</b>	<b>9</b>
<b>3.2. Red de Transporte.....</b>	<b>10</b>
<b>3.3. Red de Distribución.....</b>	<b>11</b>
<b>3.4. Consumo y mercado eléctrico. ....</b>	<b>13</b>
<b>3.5. Centro de control eléctrico.....</b>	<b>13</b>
<b>4. SECTOR ELÉCTRICO EN CIFRAS. ....</b>	<b>15</b>
<b>4.1. Cobertura de la demanda de energía eléctrica peninsular. ....</b>	<b>16</b>
<b>4.2. Potencia instalada en España .....</b>	<b>17</b>
4.2.1. Ley 24/2013. Cambio de nomenclatura para la regulación y clasificación de las diferentes tecnologías. ....	18
<b>4.3. Conexiones internacionales.....</b>	<b>19</b>
<b>4.4. Demanda de energía primaria en España del año 2013 .....</b>	<b>21</b>
4.4.1. Consumo de energía primaria.....	21
4.4.2. Producción de energía primaria. ....	23
4.4.3. Consumo de Energía Final.....	24
<b>4.5. Diagramas de Sankey. ....</b>	<b>25</b>
4.5.1. Fuentes, transformaciones y usos finales de la energía en España .....	25
4.5.2. Origen de las emisiones de CO2 en el sector energético español. ....	28
4.5.3. Flujos económicos en el sector energético español. ....	30
<b>5. CONCEPTO Y DEFINICIÓN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA.....</b>	<b>32</b>
<b>5.1. Auditorías energéticas.....</b>	<b>34</b>
5.1.1. Fases de Actuación. ....	36
<b>6. DIRECTIVA 2012/27/UE DE EFICIENCIA ENERGÉTICA.....</b>	<b>38</b>
<b>6.1. Transposición de la directiva 2012/27/UE en España. (Proyecto de Real Decreto, todavía no publicado).....</b>	<b>45</b>
6.1.1. Auditoría Energética (AE) frente al Sistema de Gestión Energética (SGE) .....	50
6.1.2. FONDO NACIONAL DE EFICIENCIA ENERGETICA .....	56
6.1.3. SUBVENCIONES EN ESPAÑA. CERTIFICACIONES ISO 50001.....	57
<b>7. HOJA DE RUTA DE LA DEE Y EL PRD.....</b>	<b>59</b>
<b>8. DEDICACIÓN Y PRESUPUESTO DEL TFG.....</b>	<b>70</b>
<b>9. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES .....</b>	<b>72</b>
<b>10. CONCLUSIONES.....</b>	<b>73</b>
<b>11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>75</b>

## **Índice de Ilustraciones**

Figura 1 : Esquema básico del sistema eléctrico. Fuente REE .....	9
Figura 2: Curva de la demanda de energía eléctrica en tiempo real, 20/05/2015. Fuente REE	10
Figura 3: Evolución de la red de transporte en España para todo tipo de redes. Fuente REE..	11
Figura 4: Distribuidores de energía eléctrica en España. Fuente: UNESA .....	12
Figura 5: Cobertura de la Demanda en el año 2014. Fuente: REE. ....	16
Figura 6: Potencia instalada en porcentaje. Fuente REE .....	18
Figura 7: Balance neto total en cifras de los intercambios internacionales de energía. Fuente REE .....	20
Figura 8: CONSUMO DE ENERGIA PRIMARIA en 2013. Porcentaje sobre el total. Fuente: Secretaría de estado de la energía .....	22
Figura 9: Consumo de energía final en 2013. Fuente Secretaría de estado de Energía. ....	25
Figura 10: Diagrama de Sankey energético. Energía final, consumos totales energía final + exportaciones + perdidas + autoconsumos. Fuente: Universidad Pontificia de Comillas .....	27
Figura 11: Diagrama de Sankey para las emisiones CO2. Fuente: Universidad Pontificia de Comillas .....	29
Figura 12: Diagrama de Sankey de los flujos económicos en el sector energético español. Fuente: Universidad Pontificia de Comillas.....	31
Figura 13: 20% menos de emisiones de CO2 respecto al año 1990, 20% más de uso de energías renovables y 20% más eficiente el sistema energético. Fuente: Informe “Energy Efficiency in Europe: An overview of policies and good practices”. Autor: European Energy Network. ....	39
Figura 14: Fases de la planificación energética. Fuente: AENOR.....	51
Figura 15: Objetivo Directiva 2012/27/UE. Fuente: Elaboración propia. ....	60
Figura 16: Principales modificaciones de la DEE. Fuente: Elaboración propia .....	61
Figura 17: Compromiso de los Estados Miembros con la DEE. Fuente: Elaboración propia ....	61
Figura 18: Plazos establecidos por la Comisión Europea para el cumplimiento de la DEE por los Estados Miembros. Fuente: Elaboración propia .....	62
Figura 19: Proyecto Real Decreto de ley, por el que se transpone la directiva: Fuente: Elaboración propia .....	63
Figura 20: Modelo de aplicación de auditorías energéticas. Fuente: Elaboración propia .....	64
Figura 21: Obligaciones de aplicación del pRD para NO PYMES. Fuente: Elaboración propia	65
Figura 22: Modelo de Auditoria Energética frente Sistema de Gestión Energética. Fuente: Elaboración propia. ....	66
Figura 23: Fases para la implementación de una Auditoría Energética. Fuente: Elaboración propia.....	67
Figura 24: Fases para la implementación de un Sistema de Gestión Energética. Fuente: Elaboración propia .....	68
Figura 25: Fondo Nacional de Eficiencia Energética y plan de Subvención nacional. Fuente: Elaboración propia. ....	69
Figura 26: Diagrama de Gantt con el cronograma del proyecto .....	72

## **Índice de tablas**

Tabla 1: Evolución numérica de la red de transporte y capacidad de transformación en el último lustro. Fuente REE .....	11
Tabla 2: Producción de Energía Eléctrica por tecnologías e Intercambios Internacionales. Sistema Peninsular y No peninsular. Gigawatios hora (GWh). Fuente: Red Eléctrica de España y Aduanas. ....	16
Tabla 3: Potencia Instalada a 31 de Diciembre de 2014 en el sistema eléctrico peninsular español. Fuente REE. ....	17
Tabla 4: Evolución de los intercambios internacionales. Fuente REE .....	20
Tabla 5: CONSUMO DE ENERGIA PRIMARIA en miles de toneladas equivalentes de petróleo (Ktep). (1) Incluye biocarburantes y residuos no renovables. (2) Diferencia entre importación y exportación en los intercambios internacionales de energía (I-E). Fuente: Secretaría de Estado de la Energía .....	22
Tabla 6: PRODUCCIÓN DE ENERGÍA PRIMARIA en miles de toneladas de petróleo (Ktep) (1) Incluye biocarburantes y residuos no renovables. Fuente: Secretaría de Estado de la Energía. ....	23
Tabla 7: CONSUMO DE ENERGIA FINAL en miles de toneladas equivalentes de petróleo (Ktep) Fuente: Secretaría de estado de Energía. ....	24
Tabla 8: Medidas para mejorar la eficiencia energética en una instalación industrial. Elaboración propia. ....	35
Tabla 9: Auditoría Energética VS Sistema de Gestión Energética. Fuente: Elaboración propia. ....	51
Tabla 10: Horas empleadas por actividad desempeñada.....	70
Tabla 11: Coste total del coste de realización del tfg. ....	71
Tabla 12: Desglose de fases y duración del TFG.....	72
Tabla 13: Valores por defecto en Turbinas y Motores. Fuente: DEE 2012/27/UE .....	78

## 1. INTRODUCCIÓN

La electricidad se ha convertido a lo largo de 130 años en el bien más valioso y necesario de las sociedades industrialmente desarrolladas. El ser humano se ha hecho dependiente de este maravilloso producto debido a su potencial y cuantiosas utilidades que tiene en nuestra vida. Para hacernos una idea de la importancia que tiene la electricidad en el mundo, es necesario saber que el sistema eléctrico es el sistema industrial de mayor magnitud que jamás haya creado el hombre.

Adoptar una adecuada política de eficiencia energética se está convirtiendo actualmente en algo imprescindible para gestionar de forma óptima, sostenible y eficiente cualquier tipo de sistema industrial.

Se conoce como eficiencia energética al conjunto de actividades orientadas a la reducción del consumo de energía y la mejora de su uso con el objetivo de mantener los mismos servicios energéticos, asegurar el abastecimiento y proteger el medio ambiente.

La eficiencia energética es una de las herramientas fundamentales con la que cuentan los países, entre ellos España, para cumplir y alcanzar los compromisos firmados tanto en La Cumbre de Río (1992) o el Protocolo de Kyoto (1997) a nivel mundial, como a nivel Europeo las diversas directivas: 93/76/CEE, 2002/91/CE y recientemente la directiva 2012/27/UE, que se explicará más adelante.

Cada año, la demanda y consumo mundial de la energía eléctrica aumenta considerablemente debido al crecimiento de países en vías de desarrollo. Con ello, aumenta también la preocupación por el incremento de las emisiones de CO<sub>2</sub> a la atmósfera que se generarán como consecuencia de dicho crecimiento. Es aquí donde la eficiencia energética juega su papel más importante, pues supone una solución para los cuatro grandes retos del sector energético mundial: el cambio climático, la calidad y seguridad del suministro, la disponibilidad de fuentes de energía y la impredecible evolución de los mercados.

Los países desarrollados fomentan e impulsan dos tipos de actividades encaminadas al logro de los objetivos mencionados: el aumento de la utilización de las energías renovables en el mix energético nacional y las medidas destinadas a facilitar un uso racional de la energía. Las políticas basadas en la eficiencia energética promueven el ahorro de recursos fósiles, el aumento de la eficiencia en procesos industriales, la disminución de la contaminación ambiental y la de dependencia energética de terceros.

El consumo de energía por parte de los seres humanos implica un impacto considerable en el medio ambiente, la vida del planeta y la economía global. Es por ello que, la manera en que se utilice y las fuentes de donde se extraiga adquieren vital importancia. Con lo que será exclusivamente responsabilidad de las sociedades evolucionar hacia el respeto, la solidaridad y el equilibrio para con la naturaleza.

## 2. OBJETIVO DEL TFG

El principal objetivo de este proyecto es el análisis parcial de lo dispuesto en la Directiva de Eficiencia Energética (en lo sucesivo, DEE) 2012/27/UE y su transposición al sistema energético español a través del proyecto Real Decreto (en lo sucesivo, pRD) de ley (todavía no aprobado a 20 de Septiembre de 2015). El estudio se enfoca exclusivamente en los puntos relativos a la industria, no se tendrán en cuenta en el análisis los puntos de la Directiva que no se han transpuesto en nuestro país debido al sistema energético por el que nos regimos, ni tampoco los capítulos que no conciernen a la industria española.

El presente TFG se centrará en la definición, composición y características de las Auditorías Energéticas y la aplicación de éstas en los sectores industriales de gran consumo de energía.

Se tratarán también los sistemas de gestión de energía (SGE) en la industria y la Norma ISO 50001.

Además, el presente trabajo tiene como objetivo secundario el desarrollo de una hoja de ruta a modo de flujograma en el que se resumirá y explicará de forma dinámica, clara y concisa los puntos clave de la DEE y pRD que implican a las grandes empresas, tanto privadas como públicas. En ella se mostrarán también las diferentes viabilidades y los planes de financiación de los que dispondrán las no pymes, a través de compensaciones económicas y subvenciones del estado.

### 2.1. Organización del texto

Se comienza el TFG con una descripción breve del funcionamiento del Sistema Energético español, desde la generación, redes de transporte y distribución hasta el consumidor. Seguidamente se trata el sector eléctrico en cifras, donde se muestra la producción y demanda de energía en España, analizando la producción y demanda de energía primaria y energía final a través de diagramas de Sankey, obteniendo una visión global del estado actual del sistema energético español (combustibles, tecnologías empleadas).

A continuación, se pasa a definir el concepto de eficiencia energética y auditoría energética y a explicar las fases de ésta última. Seguidamente se exponen, resumen, complementan y comentan los puntos de la Directiva 2012/27/UE relativos a la eficiencia energética en la industria. Con lo que se prosigue analizando el proyecto de Real Decreto que transpone la DEE de acuerdo a la industria, apartado importante con lo que respecta a nuestro país, pues toda empresa se registrará por este último.

A continuación se expone un flujograma orientativo, mediante el cual se clasifican de forma sencilla las empresas que están obligadas a cumplir con el pRD y como deben actuar. Seguidamente se indica el presupuesto estimado del TFG y el cronograma de actividades. Finalmente se presentan las conclusiones del TFG.



### 3. SISTEMA ELÉCTRICO ESPAÑOL

Se define como sistema eléctrico al conjunto de elementos y dispositivos que operan simultáneamente de forma coordinada en un territorio definido para satisfacer la demanda de energía eléctrica con unos requisitos mínimos de seguridad y calidad.

Los sistemas eléctricos están dotados de sistemas de control y protección para garantizar el suministro de energía desde los centros de generación hasta los puntos de consumo. La estructura de un sistema eléctrico está constituida por los siguientes subsistemas:

1. **Plantas de generación.** Es en las centrales donde se genera la energía eléctrica a partir de una energía primaria (carbón, gas, uranio enriquecido, agua...), la cual se usa para mover los alternadores. Éstos, transforman la energía mecánica en eléctrica a través del principio de Faraday. A la salida de la central la tensión es elevada (132, 220, 400 kV) para el transporte de la electricidad producida.
2. **Red de transporte.** La energía generada es trasladada a través de las líneas de transporte desde los centros de generación hasta la red de distribución. El transporte de la energía se realiza a muy altas tensiones para reducir las pérdidas por efecto Joule. En España se efectúa a los niveles de 220 y 400 kV.
3. **Subestaciones.** Son instalaciones encargadas de transformar o distribuir la energía eléctrica, hay diferentes tipos dependiendo de su rol: subestaciones elevadoras, elevan la tensión y se encuentran a la salida de las centrales, subestaciones distribuidoras, distribuyen la energía a través de la red de media tensión siendo el nexo de unión entre las redes de transporte de alta y baja tensión, y las subestaciones reductoras que se ocupan de reducir la tensión a los niveles de consumo.
4. **Consumo y comercialización.** La energía eléctrica es consumida por los consumidores (residencial, sector servicios e industrial), siendo a veces transformada en otro tipo de energía. La gran industria se suele conectar directamente a la red de transporte, pero lo más habitual es que el cliente final esté conectado a la red de distribución. Los consumidores contratan el suministro eléctrico a través de comercializadoras, con las cuales negocian el tipo de tarifa y la potencia contratada.
5. **Centro de control eléctrico:** es el organismo responsable de la supervisión y operación coordinada en tiempo real de los centros de generación y transporte del sistema eléctrico nacional.

En el esquema de la figura 1 se puede apreciar la organización básica y funcionamiento de un sistema eléctrico. Comenzando por las instalaciones generadoras, seguido del transporte de la energía y finalizando en los lugares de consumo.

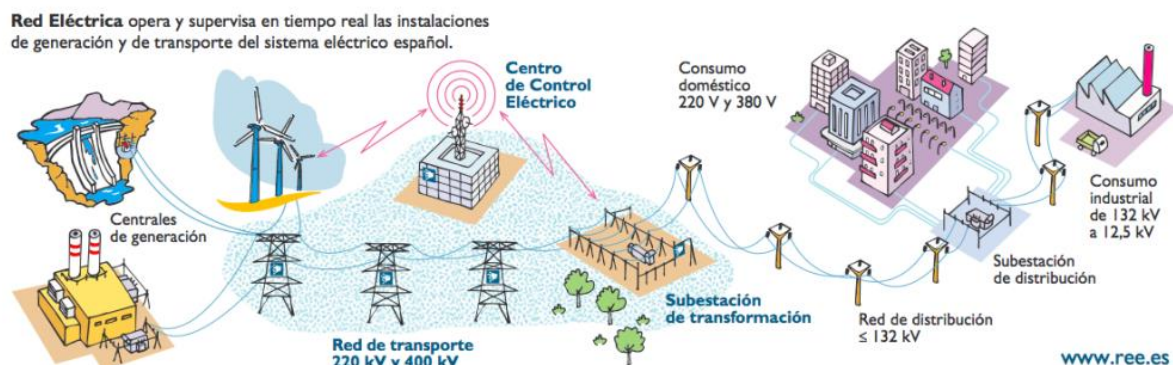


Figura 1 : Esquema básico del sistema eléctrico. Fuente REE

A continuación se analizarán los elementos que componen la estructura del sistema eléctrico:

### 3.1. Generación eléctrica.

La electricidad se obtiene a partir de transformaciones de diferentes combustibles primarios (materia) dependiendo de su origen fósil como el fuel, carbón y gas o de origen renovable como el viento, rayos solares y agua. Estas transformaciones de energía térmica, mecánica o lumínica en energía eléctrica se producen en las centrales generadoras. El funcionamiento habitual de las centrales se basa en hacer girar los álabes de una turbina, la cual se encarga de transformar el calor o movimiento producido en energía mecánica que finalmente mueve un alternador que genera la electricidad.

Esta electricidad generada se introduce en la red de transporte de alta y muy alta tensión, que en España pertenece a la empresa Red Eléctrica de España (REE no se encarga de la distribución, solo del transporte. Empresa principalmente privada, con una pequeña participación del estado). La energía eléctrica producida debe ser consumida instantáneamente, puesto que la electricidad no se puede almacenar. Debido a este hándicap, se debe predecir y estimar a cada instante la energía consumida en el país, igualando de forma muy precisa la generación con la demanda. Esto se consigue mediante perfiles estadísticos, con los que se obtiene una curva estimada de demanda (figura 2), a la cual se tendrá que ajustar la producción de electricidad en las centrales en funcionamiento del país.

Existen numerosos tipos de centrales con mayores y menores rendimientos, con y sin emisiones de CO<sub>2</sub>, que usan diferentes recursos primarios para finalmente mover el

alternador. A consecuencia del combustible empleado y la potencia instalada, la generación se clasifica en: energía renovable y energía no renovable.



Figura 2: Curva de la demanda de energía eléctrica en tiempo real, 20/05/2015. Fuente REE

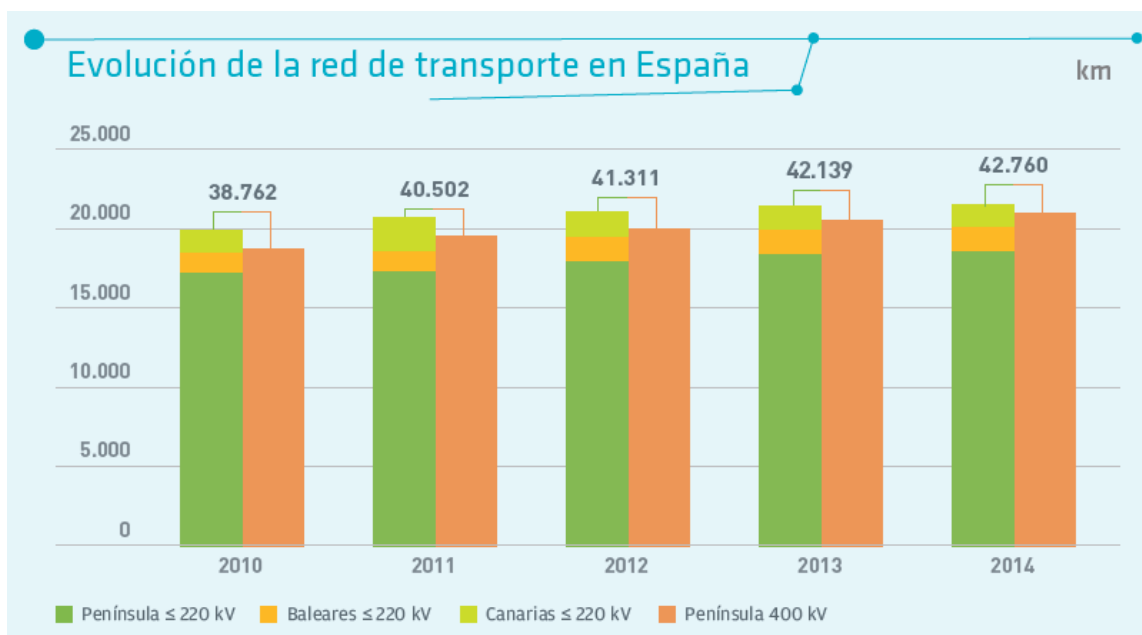
Dentro del sistema eléctrico la generación es una actividad liberalizada desde que se aprobó la Ley 54/2007 en el año 2008.

En España, las centrales eléctricas pertenecen principalmente a las grandes compañías eléctricas como Iberdrola, Endesa y Gas Natural – Fenosa.

### 3.2. Red de Transporte

Se define como red de transporte al conjunto de líneas, parques, transformadores y resto de elementos eléctricos con tensiones iguales o superiores a 220 KV que cumplan funciones de transporte, de interconexión internacional e interconexión con los sistemas eléctricos españoles no peninsulares, que transmitan la energía eléctrica producida desde las centrales hasta los puntos de consumo. En España, Red Eléctrica es el único operador que presta servicio de transporte a los distribuidores y generadores, obteniendo así un menor coste en dicha tarea.

La red de transporte se encuentra altamente mallada y en continuo aumento y mejora. Dan fe de ello los progresos realizados en el año 2014, en el que se han puesto en servicio 621 Km de circuitos nuevos, situando el total de la red nacional de transporte al finalizar el año en 42.760 Km de circuitos. Respecto a la capacidad de transformación, ésta aumentó en 3.535 MVA, elevando la capacidad de transformación total nacional a 84.779 MVA.



**Figura 3:** Evolución de la red de transporte en España para todo tipo de redes. Fuente REE

## Instalaciones de la red de transporte en España

	400 kV			≤ 220 kV	
	Península	Península	Baleares	Canarias	Total
<b>Total líneas (km)</b>	<b>21.094</b>	<b>18.832</b>	<b>1.545</b>	<b>1.289</b>	<b>42.760</b>
Líneas aéreas (km)	21.039	18.114	1.089	1.023	41.265
Cable submarino (km)	29	236	306	30	601
Cable subterráneo (km)	26	482	150	237	895
<b>Transformación (MVA)</b>	<b>79.808</b>	<b>63</b>	<b>2.908</b>	<b>2.000</b>	<b>84.779</b>

Datos de km de circuito y capacidad de transformación a 31 de diciembre del 2014.

**Tabla 1:** Evolución numérica de la red de transporte y capacidad de transformación en el último lustro. Fuente REE

La red de transporte se divide en diversos tipos de líneas y tensiones en función de la cantidad y la distancia a la que se quiera transportar la energía eléctrica, siendo las más frecuentes en España las de 400 kV y 220 kV. La tensión de transporte puede ser mayor en otros países.

### 3.3. Red de Distribución.

La red de distribución cumple con el papel de intermediaria, haciendo llegar al consumidor final, tanto industrial como residencial, la energía eléctrica. Interconecta dos grandes subsistemas eléctricos: la red de generación y transporte con la red de baja tensión. Las conexiones entre la red de distribución y la propia instalación del consumidor se llevan a cabo a través de acometidas, siendo de dos tipos; líneas aéreas o subterráneas.

Dentro de la red de distribución, podemos distinguir tres tipos de escalones de tensión o subredes: subred de reparto (220 kV > U > 36 kV), subred de media tensión (36 kV > U > 1 kV) y subred de baja tensión (U < 1 kV).

Dependiendo de la cantidad de energía eléctrica demandada, el cliente final se conectará a la subred de reparto o de media tensión, como es el caso de las fábricas y grandes industrias (132 kV a 12,5 kV) o a la subred de baja tensión, para el consumo doméstico (220 y 380 V).

La actividad de la distribución está gestionada por distintas empresas privadas (Iberdrola, Endesa, Gas Natural Fenosa, Energías de Portugal, E-On) a las cuales se las denomina Operadores del Mercado. Cada Operador gestiona y explota la red de una zona geográfica española concreta.



**Figura 4:** Distribuidores de energía eléctrica en España. Fuente: UNESA.

Dada la alta responsabilidad que conlleva la distribución, estas empresas tienen una serie de obligaciones impuestas por el gobierno:

- ❖ Operar la red de distribución: asegurar que la energía eléctrica llegue a los clientes conectados a su red con la calidad óptima, procurando un uso racional de la energía y garantizar el suministro en todo momento.
- ❖ Realizar las funciones de mantenedor de las instalaciones, evitando posibles fallos y reparando las averías que se produzcan. Gestionar su capacidad operativa dentro del sistema eléctrico.
- ❖ Proyectos de planificación y construcción de nuevas instalaciones, atendiendo a las fluctuaciones de la demanda.
- ❖ Evaluar el balance eléctrico personalizado: cálculo de la potencia consumida para cada cliente a través de contadores y telegestión.
- ❖ Atender las obligaciones impuestas por las instituciones legales responsables y el regulador del sistema eléctrico. Informar de los incidentes a las instituciones.

- ❖ Suministrar energía eléctrica a todo consumidor que la demande, cobrando el precio establecido, regulado por los mercados.

### **3.4. Consumo y mercado eléctrico.**

El sistema eléctrico español está administrado y gestionado por dos organismos: el Operador del Sistema, como gestor técnico del mismo y el Operador del Mercado, como gestor económico.

El Operador del Sistema, REE como se ha comentado anteriormente, entre sus muchas competencias, está determinar que el programa de generación proyectado por el Operador del Mercado sea técnica y económicamente viable, además de corregir convenientemente dicho programa, si fuere necesario, ajustándolo a las restricciones exigidas.

Por otro lado, el Operador del Mercado en España está constituido por las grandes empresas eléctricas como: Iberdrola, Endesa, Gas Natural Fenosa, etc. Las cuales están autorizadas a actuar en el mercado de generación como compradoras o vendedoras de electricidad. También pueden actuar como agentes del mercado los productores, comercializadoras de electricidad, consumidores directos de energía eléctrica (pueden acudir al mercado como agentes de mercado o negociar contratos bilaterales) y las empresas o consumidores residentes en países extranjeros ajenos al Mercado Ibérico que estén habilitados como comercializadores.

Los consumidores se dividen en tres sectores bien diferenciados: el sector industrial, el sector servicios y el sector residencial.

Cada uno presenta una curva de demanda eléctrica diferente, siendo el sector industrial el que mayor cantidad de electricidad consume respecto a los otros dos. Indicar que en la industria, prácticamente el 50 % de la energía consumida es eléctrica. Por el contrario, el sector residencial es el que menos energía demanda, estando muy parejo con la demanda del sector servicios que consume unos MW más.

### **3.5. Centro de control eléctrico.**

En un sistema eléctrico las variables físicas de mayor importancia son la frecuencia y la tensión, las cuales deben ser estables conforme al sistema en el que se encuentren. También hay que supervisar la carga (consumo) expresada en términos de potencia o intensidad de corriente, siendo la intensidad fluctuante ya que depende de la carga y ésta es variable en el tiempo.

De mantener estas variables de control estables, se encarga el Centro de Control Eléctrico de Red Eléctrica (CECOEL), siendo el responsable de la operación y supervisión coordinada en tiempo real de las instalaciones de generación y transporte del Sistema Eléctrico Español. El centro de control está constituido por dos centros de

control trabajando en paralelo y con los despachos de las empresas de generación y distribución. Éste desempeña sus funciones durante las 24 horas del día, realizando tareas de preparación de la operación en tiempo real, de análisis de seguridad y de la operación realizada, como también desarrollando nuevos métodos operativos.

REE en su función de operador del sistema, desarrolla las actividades necesarias para garantizar la continuidad y seguridad del suministro eléctrico, a través de la correcta coordinación entre producción y consumo, asegurando que la energía producida por los generadores sea transportada hasta las redes de distribución, con las condiciones de calidad exigibles en aplicación de la normativa vigente.

Pero, de las actividades competentes a la operación del sistema que afectan a diferentes ámbitos temporales, es exclusiva responsabilidad del CECOEL aquellas que corresponden a la operación en tiempo real.

La eficacia del CECOEL estriba en una buena gestión de la producción y de los intercambios internacionales, ajustándose a las variaciones de demanda y a la indisponibilidad de los generadores. También establecen protocolos de operación de los elementos de la red de transporte para que las variables de control permanezcan en los márgenes establecidos.

El CECOEL gestiona la información que recibe en tiempo real desde los centros de generación y las instalaciones de la red para presentársela a los operadores de forma gráfica, de fácil lectura y comprensión, efectuando éstos últimos los estudios oportunos que permitan garantizar la seguridad del sistema eléctrico y suministro de energía.



## 4. SECTOR ELÉCTRICO EN CIFRAS.

A lo largo del año 2014, el programa de generación eléctrica ha estado condicionado por la disminución de la demanda eléctrica final y las eventualidades climáticas, siendo un año muy lluvioso y ventoso, lo que ha supuesto la recuperación hidráulica y el aumento de la generación eólica, año muy similar al pasado 2013.

Según datos aportados por REE:

- La demanda de energía eléctrica se ha situado en 243.486 GWh, lo que supone un 1,2% menos que el total de 2013. La demanda eléctrica registra así la cuarta caída anual consecutiva. Corregidos los efectos influyentes de laboralidad y temperatura, la demanda atribuible principalmente a la actividad económica reduce la tasa de descenso un 0,2%, una caída sensiblemente menor que el valor registrado en el 2013, que se situó en un 2,2%.
- La potencia instalada en la península a 31 de Diciembre de 2014 fue de 102.259MW, se mantuvo prácticamente igual (159 MW menos) que en 2013.
- El saldo (importación - exportación) de los intercambios internacionales, supuso el 1,5% de la producción total peninsular. Cerrando el año 2014 como el undécimo año consecutivo de signo exportador. El balance final fue de 3.543 GWh, un 47,4% menos que en 2013. En 2014 se exportaron 15.772 GWh (16.936GWh en 2013) y se importaron 12.228 GWh (10.204 GWh en 2013)
- El consumo de energía final disminuyó en un 2,2%, debido a la influencia combinada de la actividad laboral y la temperatura.
- Los sistemas eléctricos no peninsulares<sup>1</sup>, tuvieron una demanda total de 14.581 GWh lo que supuso una disminución del 0,9% respecto al año anterior. En las Islas Baleares el consumo descendió un 1,7%, en Canarias un 0,5%, mientras que en Ceuta aumentó en un 5,4% y en Melilla un 0,3%.

Respecto a las cifras más significativas que se registraron a lo largo del año 2014:

- El miércoles 4 de febrero a las 20:18 horas se registró el máximo de potencia instantánea con 38.948 MW, un 3,3% menos que el máximo registrado en 2013 (40.277 MW) y un 14,3% menos que el máximo histórico alcanzado el 17 de diciembre de 2007 (45.450 MW)
- La jornada con mayor pico de demanda máxima horaria de potencia se registró también el mismo 4 de febrero, entre las 20 y 21 horas, con 38.666 MW, un 13,8% menos que el máximo histórico alcanzado en 2007.

---

<sup>1</sup> Islas Baleares, Canarias, Ceuta y Melilla.

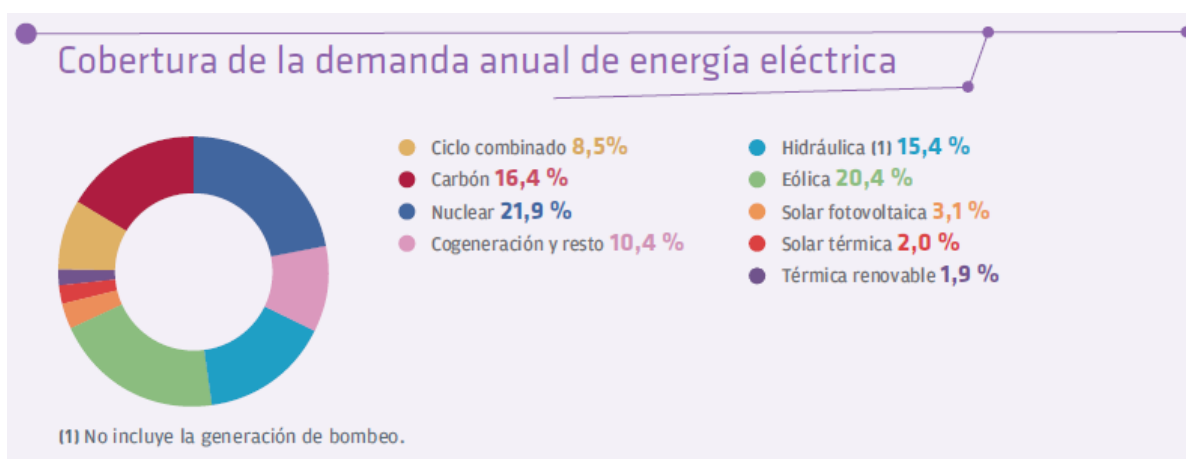


Balance eléctrico anual (1)						
	Sistema peninsular		Sistemas no peninsulares		Total nacional	
	GWh	% 14/13	GWh	% 14/13	GWh	% 14/13
Hidráulica	35.685	5,0	0	-	35.685	5,0
Nuclear	57.179	0,6	-	-	57.179	0,6
Carbón	43.859	10,2	2.405	-7,2	46.264	9,1
Fuel/gas (2)	-	-	6.620	-5,5	6.620	-5,5
Ciclo combinado (3)	21.979	-12,4	3.890	8,6	25.869	-9,8
Consumos generación (4)	-6.518	4,0	-742	-5,4	-7.260	2,9
Hidroeléctrica	-	-	1	-	1	-
Resto hidráulica (5)	7.053	-0,7	3	14,5	7.056	-0,6
Eólica	51.032	-6,1	407	10,2	51.439	-6,0
Solar fotovoltaica	7.801	-1,5	410	0,2	8.211	-1,4
Solar térmica	5.013	12,9	-	-	5.013	12,9
Térmica renovable	4.739	-6,4	10	11,7	4.749	-6,4
Cogeneración y resto	25.903	-19,1	283	9,1	26.186	-18,9
<b>Generación neta</b>	<b>253.724</b>	<b>-2,5</b>	<b>13.288</b>	<b>-1,1</b>	<b>267.012</b>	<b>-2,5</b>
Consumos en bombeo	-5.403	-9,3	-	-	-5.403	-9,3
Enlace Península-Baleares (6)	-1.293	1,9	1.293	1,9	0	-
Intercambios internacionales (7)	-3.543	-47,4	-	-	-3.543	-47,4
<b>Demanda (b.c.)</b>	<b>243.486</b>	<b>-1,2</b>	<b>14.581</b>	<b>-0,9</b>	<b>258.067</b>	<b>-1,2</b>

**Tabla 2:** Producción de Energía Eléctrica por tecnologías e Intercambios Internacionales. Sistema Peninsular y No peninsular. Gigawatios hora (GWh). Fuente: Red Eléctrica de España y Aduanas.

#### 4.1. Cobertura de la demanda de energía eléctrica peninsular.

En términos de cobertura de la demanda eléctrica en el año 2014 indicar que, la nuclear es la tecnología que más ha contribuido a la cobertura de la demanda anual cubriendo un 21,9 % frente al 21% en 2013. La eólica disminuye al 20,4% frente al 21,1% en 2013, situándose cerca de la nuclear. La hidráulica aumenta todavía más su contribución a la cobertura de la demanda en 1pp respecto a 2013 (14,4%), con un 15,4 % del total. La aportación del carbón aumenta siendo del 16,4%, frente al 14,6% en 2013, mientras que la aportación de los ciclos combinados continúa disminuyendo, situándose en un 8,5% respecto al 9,6% en 2013. El resto de tecnologías han mantenido una participación similar o con pocas variaciones respecto al año anterior.



**Figura 5:** Cobertura de la Demanda en el año 2014. Fuente: REE.

La abundancia de precipitaciones en 2014 situó el productible hidráulico en 32.655 GWh, un 18% superior al máximo histórico y muy similar al 2013. Las reservas hidroeléctricas del conjunto de los embalses finalizaron el 2014 con un nivel de llenado próximo al 63% de su capacidad total, un 5% más que en 2013 (58%).

En cuanto al balance de producción en 2014, la ya comentada elevada pluviosidad dio lugar a una notable generación, muy similar al año anterior.

Por otro lado, la energía renovable ha tenido un papel relevante en la producción global de energía cubriendo el 42,8 % de la producción total. Resaltar que, la energía eólica ha sido la tecnología con mayor contribución a la producción total de energía en el sistema eléctrico español peninsular en los meses de enero, febrero y noviembre.

## 4.2. Potencia instalada en España (Sistema Peninsular)

La potencia instalada es la cantidad de energía eléctrica que se podría producir si estuvieran funcionando, a pleno rendimiento, todas las centrales eléctricas disponibles. No confundir con energía producida, que es la energía real producida por las centrales eléctricas en un periodo de tiempo concreto ya sean días semanas, meses o años.

La potencia peninsular instalada a finales del año 2014 fue de 102.259 MW, se ha mantenido prácticamente estable respecto al año anterior, 122 MW (0,1%) menos que en diciembre de 2013. La variación más significativa se ha producido en el carbón, que ha reducido su potencia en 159 MW a consecuencia del cierre de la central de Escucha. El resto de tecnologías no han sufrido variaciones significativas de potencia respecto al año pasado.

Potencia instalada a 31 de diciembre						
	Sistema peninsular		Sistemas no peninsulares		Total nacional	
	MW	% 14/13	MW	% 14/13	MW	% 14/13
Hidráulica	17.786	0,0	1	0,0	17.787	0,0
Nuclear	7.866	0,0	-	-	7.866	0,0
Carbón	10.972	-1,4	510	0,0	11.482	-1,4
Fuel/gas	520	0,0	2.979	0,0	3.498	0,0
Ciclo combinado (1)	25.353	0,0	1.854	0,0	27.206	0,0
Hidroeólica	-	-	12	-	12	-
Resto hidráulica (2)	2.105	0,0	0,5	0,0	2.106	0,0
Eólica	22.845	0,0	158	0,0	23.002	0,0
Solar fotovoltaica	4.428	0,1	244	0,5	4.672	0,1
Solar térmica	2.300	0,0	-	-	2.300	0,0
Térmica renovable	1.010	3,6	5	0,0	1.016	3,6
Cogeneración y resto	7.075	-0,1	121	0,0	7.196	-0,1
<b>Total</b>	<b>102.259</b>	<b>-0,1</b>	<b>5.884</b>	<b>0,2</b>	<b>108.142</b>	<b>-0,1</b>

Tabla 3: Potencia Instalada a 31 de Diciembre de 2014 en el sistema eléctrico peninsular español. Fuente REE.

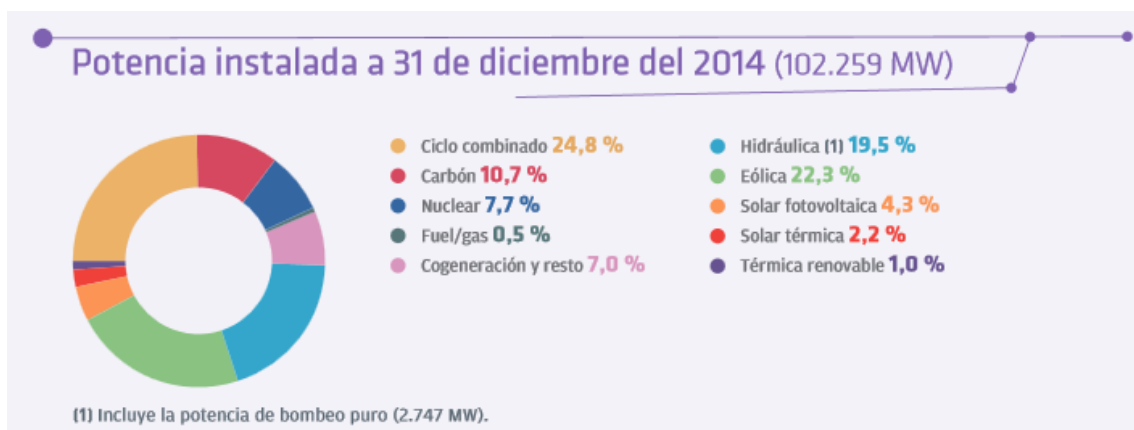


Figura 6: Potencia instalada en porcentaje. Fuente REE

#### 4.2.1. Ley 24/2013. Cambio de nomenclatura para la regulación y clasificación de las diferentes tecnologías.

Antes de la entrada en vigor de la Ley 24/2013, de 26 de diciembre, del Sector Eléctrico, la generación se clasificaba en dos tipos de regímenes dependiendo del combustible empleado y la potencia instalada: el régimen ordinario y el régimen especial.

En el régimen ordinario se incluían, las grandes centrales hidráulicas y las térmicas: carbón, fuel-gas, ciclo combinado. Éste lo componían todas aquellas centrales cuya potencia instalada fuera igual o superior a 50 MW y emitieran mayores cantidades de CO<sub>2</sub> que las centrales de régimen especial (excepto la hidráulica que no produce emisión alguna).

El régimen especial englobaba a todas aquellas instalaciones de producción que tuvieran una potencia instalada menor de 50 MW que utilizaran como energía primaria energías renovables o residuos, además de la cogeneración, que se trata de una tecnología con un nivel de eficiencia y ahorro energético considerable. Su régimen económico establecía un incentivo o prima a este tipo de plantas, a diferencia de las del régimen ordinario que su retribución era fijada por el mercado. Estas tecnologías se caracterizaban y caracterizan principalmente por la disminución de emisiones contaminantes a la atmósfera, por un menor impacto en el medio ambiente y por una mayor eficiencia energética.

No obstante, la entrada en vigor de la Ley 24/2013, del Sector Eléctrico, supuso un cambio en cuanto a la nomenclatura para clasificar y regular los diferentes tipos de tecnologías empleadas para la generación de energía eléctrica en España. Con lo que desaparecen los denominados regímenes ordinario y especial, quedando todas las tecnologías unificadas y sin clasificación. A continuación cita textualmente la Ley:

*“La elevada penetración de las tecnologías de producción a partir de fuentes de energía renovables, cogeneración y residuos, incluidas en el denominado régimen especial de producción de energía eléctrica, ha ocasionado que su regulación singular ligada a la potencia y a su tecnología carezca de objeto. Por el contrario, hace preciso que la regulación contemple a estas instalaciones de manera análoga a la del resto de tecnologías que se integran en el mercado, y en todo caso, que sean consideradas por razón de su tecnología e implicaciones en el sistema, en lugar de por su potencia, por lo que se abandonan los conceptos diferenciados de régimen ordinario y especial. Por este motivo se procede a una regulación unificada, sin perjuicio de las consideraciones singulares que sea preciso establecer.”* Fuente: Agencia Estatal Boletín Oficial del Estado.

### **4.3. Conexiones internacionales.**

El sistema eléctrico español está interconectado con los sistemas eléctricos de nuestros países vecinos, en concreto con: el sistema europeo a través de las conexiones con Francia, el portugués y el andorrano constituyendo el MIBEL (sistema ibérico) y con Marruecos por medio de enlaces submarinos a través del estrecho de Gibraltar.

Los intercambios internacionales físicos, comprenden los movimientos de energía que se realizan por medio de las líneas destinadas a la interconexión internacional durante un período determinado de tiempo.

El principal objetivo de las interconexiones entre sistemas es garantizar el suministro eléctrico en una zona determinada cuando el sistema competente no puede cubrir la demanda en tiempo real de dicha zona. Estas situaciones se dan cuando un centro de generación sufre una parada temporal no prevista (avería en la instalación), dejando de inyectar energía a su sistema o por puntas inesperadas de demanda (ola de calor, de frío, etc).

Debido a esto, es conveniente que los sistemas eléctricos estén interconectados, aumentando cada vez más la capacidad de intercambio de energía, potenciando así la seguridad y calidad del suministro.

Como se ha comentado anteriormente, el balance final en los intercambios internacionales de energía eléctrica, en el año 2014 en España, ha sido de carácter exportador, al igual que lo viene siendo durante los últimos años. Llegando a un valor total de potencia intercambiada de 3.543 GWh, suponiendo un 47,4 % menos que en el 2013. Las exportaciones se situaron en los 15.772 GWh (16.936 GWh en 2013) y las importaciones en 12.228 GWh (10.204 GWh en 2013).

Este año se ha puesto en servicio una nueva línea de interconexión con Portugal, Puebla de Guzmán-Tavira de 400 kV.



**Figura 7:** Balance neto total en cifras de los intercambios internacionales de energía. Fuente REE

**Saldos de los intercambios internacionales físicos de energía eléctrica** GWh

	Francia	Portugal	Andorra	Marruecos	Total
2010	-1.531	-2.634	-264	-3.903	-8.333
2011	1.524	-2.814	-306	-4.495	-6.090
2012	1.883	-7.897	-286	-4.900	-11.200
2013	1.708	-2.777	-287	-5.376	-6.732
<b>2014</b>	<b>3.224</b>	<b>-694</b>	<b>-241</b>	<b>-5.832</b>	<b>-3.543</b>

Saldo positivo: importador, saldo negativo; exportador.

**Tabla 4:** Evolución de los intercambios internacionales. Fuente REE

Geográficamente hablando, España está limitada a la hora de intercambiar energía con el sistema europeo (exceptuando Portugal), siendo la única vía, la interconexión con Francia. La limitada capacidad de interconexión entre España – Francia hace que la península ibérica se defina como una “isla eléctrica”, lo que supone una clara desventaja comercial respecto al resto de los mercados eléctricos.

Con una mayor interconexión con Francia, se solventaría una parte del problema en el sistema eléctrico español, pues éste es muy variable, produciendo mucho cuando hay sol, viento y agua, pero cuando las renovables escasean debe poner en funcionamiento las centrales térmicas cuya energía es más cara. En cambio, la

producción eléctrica francesa es más estable y predecible, debido al gran parque nuclear con el que cuenta (el 70% de su energía es de origen atómico).

Desde el punto de vista técnico, la interconexión eléctrica entre países suele ser positiva, haciendo más robusto y seguro el sistema, protegiéndolo de apagones en ambas partes. A día de hoy, España tiene más de 100.000 MW de potencia instalada, que suponen más del doble de la potencia que se necesita en horas de máximo consumo.

El sistema eléctrico español no alcanza el nivel mínimo recomendado por Europa, que debe ser de un 10 % de capacidad de intercambio comercial de energía (Hay países, como algunos nórdicos, con el 100%). Puesto que actualmente es de sólo un 1,4% (1400 MW) de la capacidad de producción instalada en España.

No obstante, en 2015 finalizará el proyecto de una nueva línea de alta tensión entre ambos países con la que se duplicara la capacidad de interconexión, pasando de 1400 a 2800 MW.

Para el bien de los consumidores, la fiabilidad y seguridad del suministro eléctrico, junto con un mercado integrado, estable y eficiente, España debería invertir en proyectos futuros que refuercen las interconexiones con los sistemas eléctricos vecinos, siempre que sean económicamente viables y sostenibles.

#### **4.4. Demanda de energía primaria en España del año 2013**

Se realiza el análisis del año 2013, ya que en el momento (Junio) de la redacción e investigación del punto 4.4 del presente TFG, no estaba publicado todavía el Informe Anual de la Energía del año 2014 por parte del Ministerio de Industria, Energía y Turismo.

##### **4.4.1. Consumo de energía primaria.**

En el año 2013 el cómputo total referente al consumo de energía primaria en España se vio reducido hasta las 121.117 Ktep<sup>2</sup>, un 6% menos que en el año 2012. Se mantiene así la tendencia decreciente que sufre la demanda a lo largo de estos últimos 7 años, que ha producido que el consumo de energía primaria se sitúe muy por debajo del máximo histórico alcanzado en 2007, de las 147.235 Ktep. En el marco global, destacan las energías renovables que tuvieron una presencia muy significativa en la generación eléctrica.

---

<sup>2</sup> Tep (tonelada equivalente de petróleo). Unidad de energía que indica la energía que produce una tonelada de petróleo, la cual, como varía según la composición química de éste, se ha tomado un valor estándar de:  
1 Tep = 41 868 000 000 J = 11 630 kWh.



	Carbón	Petróleo	Gas Nat.	Nuclear	Hidráulica	Eol. y solar	Biom. y res. (1)	Saldo (2)	Total
2008	13.504	68.506	34.903	15.369	2.009	3.193	5.678	-949	142.213
2009	9.663	63.473	31.219	13.750	2.271	4.002	6.511	-697	130.193
2010	7.248	61.160	31.123	16.155	3.638	4.858	6.622	-717	130.088
2011	12.698	58.372	28.930	15.042	2.631	5.061	7.231	-524	129.441
2012	15.510	53.978	28.184	16.019	1.767	6.679	7.734	-963	128.909
2013	10.531	52.934	26.077	14.785	3.163	7.663	6.543	-579	121.117
Tasas de variación anual (%)									
2009	-28,4	-7,3	-10,6	-10,5	13,0	25,3	14,7	--	-8,5
2010	-25,0	-3,6	-0,3	17,5	60,2	21,4	1,7	--	-0,1
2011	75,2	-4,6	-7,0	-6,9	-27,7	4,2	9,2	--	-0,5
2012	22,1	-7,5	-2,6	6,5	-32,9	32,0	7,0	--	-0,4
2013	-32,1	-1,9	-7,5	-7,7	79,0	14,7	-15,4	--	-6,0

**Tabla 5:** CONSUMO DE ENERGIA PRIMARIA en miles de toneladas equivalentes de petróleo (Ktep).

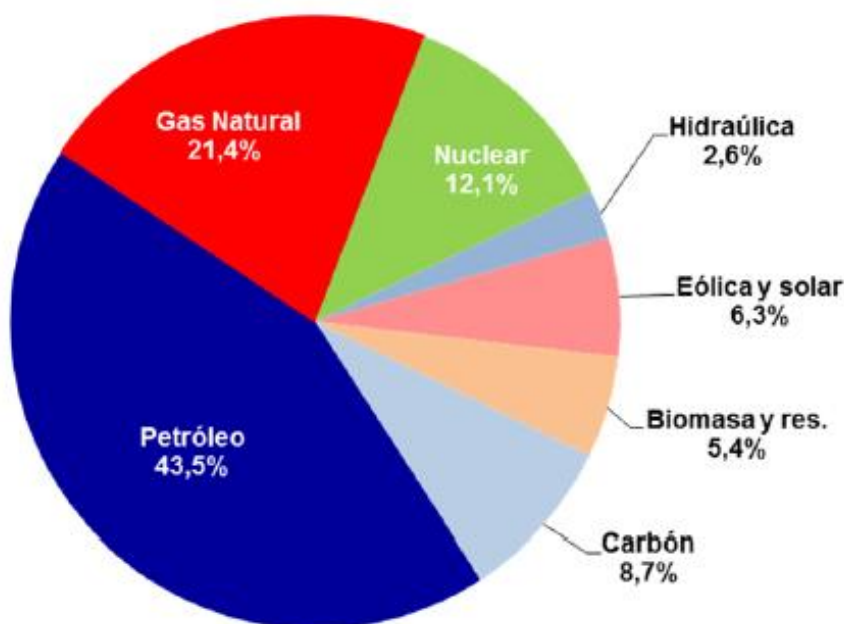
(1) Incluye biocarburantes y residuos no renovables.

(2) Diferencia entre importación y exportación en los intercambios internacionales de energía (I-E).

Fuente: Secretaría de Estado de la Energía

En el desglose por tipos de combustibles primarios, las mayores caídas afectaron al carbón con un -32,1%, la energía procedente de la biomasa, biocarburantes y residuos con un -15,4%. Inversamente se observaron crecimientos significativos en la energía hidráulica de un 79%, debido a la alta pluviosidad del año, y la energía eólica y solar en un 14,7%.

No obstante, las diferentes fuentes de energía se han mantenido estables en referencia al abastecimiento nacional. Cabe destacar que la agrupación formada por las energías no minerales (ni fósil, ni nuclear), sigue aumentando su contribución, pasando del 12,5% del consumo de energía primaria en 2012 a representar el 14,3% en 2013.



**Figura 8:** CONSUMO DE ENERGIA PRIMARIA en 2013. Porcentaje sobre el total.

Fuente: Secretaría de estado de la energía

#### 4.4.2. Producción de energía primaria.

En el año 2013 la producción de energía primaria en España mejoró en 2 puntos respecto al año 2012, situándose en el 27,9% (Tabla 6). Con esta cifra se supera el grado máximo alcanzado en el 2010 (26,4%).

El grado de autoabastecimiento<sup>3</sup> varía mucho si se analiza de manera individual para cada una de las fuentes de energía primaria en el año 2013:

- Para fuentes de energía autóctonas – nuclear, hidráulica, eólica y solar – Supone el 100%.
- El carbón supuso un 16%, porcentaje similar al de 2012. Para el resto de recursos fósiles, el grado es prácticamente nulo.
- Para la energía proveniente de la biomasa, biocarburantes y residuos, el grado de autoabastecimiento creció en 11,2 puntos porcentuales, para situarse en el 91,9%.

Cabe destacar que con el aumento de las energías renovables dentro del mix energético nacional junto con la disminución de las demandas finales de dichas fuentes energéticas, la dependencia energética de combustibles en España se ha visto reducida al 71,2% (siendo ésta el mínimo porcentaje de los últimos 17 años).

O, visto desde el punto de vista nacional, se puede decir que el 28,8% de la energía producida en España, es de carácter autóctono.

	Carbón	Petróleo	Gas Natural	Nuclear	Hidráulica	Eólica y solar	Biom. y res. (1)	Total	Grado de auto-abastecimiento (%)
2008	4.193	129	14	15.369	2.009	3.193	5.441	30.349	21,4
2009	3.810	107	12	13.750	2.271	4.002	6.325	30.278	23,3
2010	3.296	125	45	16.155	3.638	4.858	6.209	34.326	26,4
2011	2.648	102	45	15.042	2.631	5.061	6.354	31.883	24,6
2012	2.462	145	52	16.019	1.767	6.679	6.244	33.368	25,9
2013	1.688	385	50	14.785	3.163	7.663	6.014	33.748	27,9
Tasas de variación anual (%)									
2009	-9,1	-17,3	-13,0	-10,5	13,0	25,3	16,2	-0,2	--
2010	-13,5	17,1	265,6	17,5	60,2	21,4	-1,8	13,4	--
2011	-19,6	-18,7	2,0	-6,9	-27,7	4,2	2,3	-7,1	--
2012	-7,0	42,0	13,9	6,5	-32,9	32,0	-1,7	4,7	--
2013	-31,4	166,2	-3,8	-7,7	79,0	14,7	-3,7	1,1	--

**Tabla 6: PRODUCCIÓN DE ENERGÍA PRIMARIA en miles de toneladas de petróleo (Ktep)**

(1) Incluye biocarburantes y residuos no renovables.

Fuente: Secretaría de Estado de la Energía.

<sup>3</sup> Se define como el ratio de la producción nacional sobre el consumo de energía primaria.



#### 4.4.3. Consumo de Energía Final.

En 2013, el consumo de energía de uso final se vio reducido en un 4% en relación con el año 2012, la mayor parte de tipos de energía fueron consumidos en menor cantidad que en el 2012, exceptuando el carbón y el gas que sufrieron un aumento del 11% y 0,8% respectivamente. Al contrario que el consumo de las energías renovables que se desplomó en un 15%. En la tabla 7 se pueden apreciar las cifras totales y las tasas de variación anual en porcentajes.

	Carbón	Gases der. del carbón	Productos Petróíferos	Gas	Electricidad	Renovables	Total
2006	1.823	271	80.355	15.635	22.058	4.004	104.143
2007	1.821	291	81.558	16.222	21.588	4.279	105.737
2008	1.731	283	58.727	15.112	21.938	4.409	102.200
2009	1.197	214	54.317	13.418	20.621	5.005	94.771
2010	1.338	265	53.171	14.848	21.053	5.387	96.042
2011	1.609	306	50.119	14.486	20.942	5.815	93.277
2012	1.233	274	45.543	14.987	20.661	6.273	88.971
2013	1.369	263	43.419	15.104	19.952	5.329	85.437
Tasas de variación anual (%)							
2007	-0,1	7,5	2,0	3,8	-2,2	6,9	1,5
2008	-5,0	-2,6	-4,6	-6,8	1,7	3,0	-3,3
2009	-30,9	-24,6	-7,5	-11,2	-8,0	13,5	-7,3
2010	11,8	24,0	-2,1	10,7	2,1	7,2	1,3
2011	20,2	15,5	-5,7	-2,4	-0,5	8,4	-2,9
2012	-23,4	-10,6	-9,1	3,5	-1,3	7,9	-4,6
2013	11,0	-3,8	-4,7	0,8	-3,4	-15,0	-4,0

**Tabla 7: CONSUMO DE ENERGIA FINAL** en miles de toneladas equivalentes de petróleo (Ktep)  
Fuente: Secretaría de estado de Energía.

En la figura 9, se detalla el porcentaje que supone cada energía sobre el total del consumo de energía final. Suponiendo los productos petrolíferos un 50,8% de la energía final consumida, debido fundamentalmente por el transporte, pues es el sector con mayor consumo de energía final, alrededor del 37% del total. En segundo lugar se sitúa la electricidad con un 23,4% del consumo total de energía final, debido al consumo del sector industrial y residencial y el gas con un 17,7% fundamentalmente por el sector residencial.

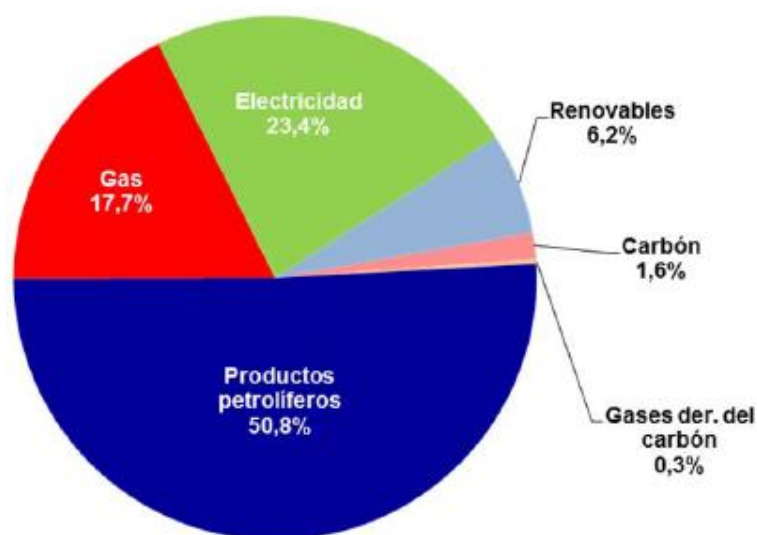


Figura 9: Consumo de energía final en 2013. Fuente Secretaria de estado de Energía.

#### 4.5. Diagramas de Sankey.

Los diagramas de Sankey se utilizan para representar de forma gráfica el caudal (cantidad por tiempo) de una variable (p.e: fuente de energía, material o dinero) a través de un sistema. Normalmente los caudales son representados por flechas o líneas de flujo direccionales, en las cuales el ancho de las flechas es proporcional al tamaño del caudal o flujo mostrado. La energía final obtenida siempre será menor que la energía primaria consumida debido a que en todo proceso físico se producen, inevitablemente, pérdidas de energía no utilizable.

A continuación, se analizarán y representarán las cifras energéticas de tres variables del sector eléctrico Español a través de diagramas Sankey, correspondientes con las diferentes fuentes de energía y uso final de ésta, las emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas al consumo de dicha energía y los flujos económicos.

##### 4.5.1. Fuentes, transformaciones y usos finales de la energía en España

En el siguiente diagrama de Sankey (figura 10) se puede apreciar la energía que entra al sistema, tanto importada como de origen nativo, y como la energía se va transformando a través de los diferentes procesos hasta llegar a los consumidores finales. También se especifica para cada uno de los procesos el uso de los diferentes combustibles. Además en el diagrama se analiza la energía perdida en las transformaciones o procesos de transporte, como escala de la eficiencia global del sistema.

En el diseño del diagrama se mantiene constante el grosor total agregado de los diversos caudales de energía en cada fase – energía primaria, energía transformada lista para ser distribuida o energía final lista para ser usada – para representar el total de energía primaria. De esta forma se puede visualizar, de un vistazo, el significado

relativo que conlleva cada proceso y como la energía va progresando a través de las diferentes transformaciones.

Por otro lado, donde se representan los consumos finales de energía por sectores en el margen derecho, se han destacado los subsectores más relevantes.

En el diagrama se muestran los flujos de energía en España correspondientes al año 2013 y su alteración respecto 2012 a modo de porcentaje al final de cada variable. Se observa de los caudales energéticos que el consumo final en 2013 disminuyó en todos los sectores respecto al año anterior, con caídas del 3,2% en el sector industrial, del 4,2% en el transporte, con una disminución notable del uso de biocarburantes en un 57%, y del 2,8% en el caudal de usos diversos. El consumo total de energía final disminuyó en un 3,5%, como también lo hizo el consumo de la energía primaria en un 5,5%.

Como buena noticia, se puede afirmar que las exportaciones aumentaron y las importaciones descendieron, con lo que el descenso mayor de energía primaria respecto al de energía final indica que el sistema energético fue más eficiente en 2013, rompiendo así la tendencia disminuyente analizada en los dos años anteriores. El motivo de este progreso se debe a la menor existencia de combustibles fósiles en el conjunto de energía primaria – con un 25,6% menos en el consumo de carbón y un 7,5% de gas natural – y al aumento de la participación de las energías renovables en el mix energético español con crecidas del 79% en energía primaria con generación hidroeléctrica, un 12,7% en la producción eólica y un 19,6% en solar.

Las importaciones totales disminuyeron un 6%, con lo que el balance importaciones-exportaciones mejoró respecto al año 2012. Continuando la tendencia iniciada en 2011, la importación de gas natural a través de gasoducto se vio incrementada en un 24,9%. Al contrario que el gas natural licuado (GNL) que cayó su demanda para generación eléctrica en un 29,1%, como también lo hicieron la importación de derivados del petróleo en un 11,8% y la importación de carbón en un 24,4%. La importación de crudo se mantuvo constante respecto al 2012.

Referente a las exportaciones, aumentaron un 9% las exportaciones de derivados del petróleo, pero disminuyó en un 39,9% la exportación de energía eléctrica.

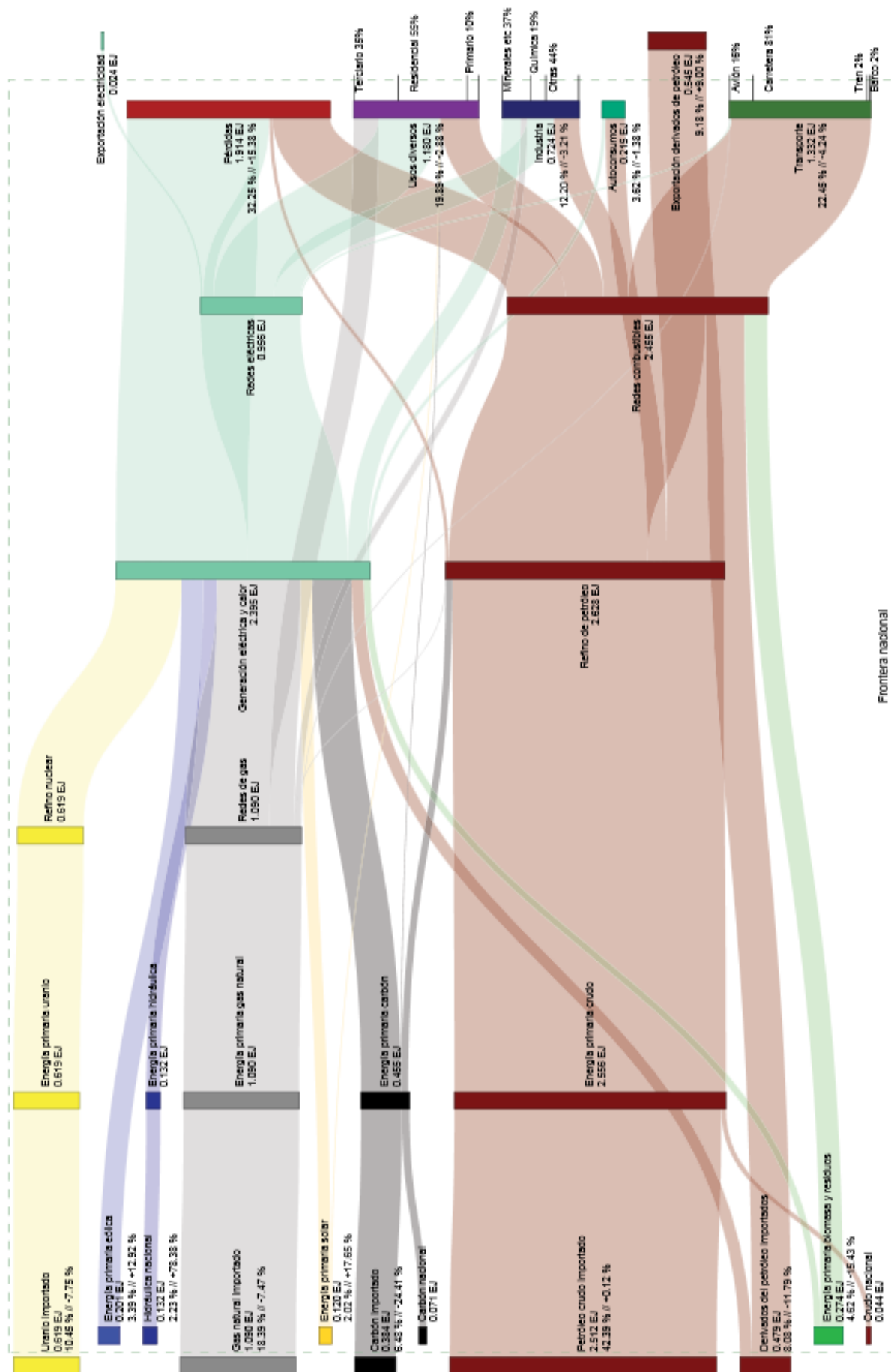


Figura 10: Diagrama de Sankey energético. Energía final, consumos totales energía final + exportaciones + perdidas + autoconsumos. Fuente: Universidad Pontificia de Comillas

En 2013, las energías renovables supusieron el 12,3% de la energía primaria utilizada, lo que supuso un aumento del 7,5% respecto a 2012. El mayor aumento lo experimentaron la producción hidráulica (79%), la tecnología eólica (12,7%) y la solar (19,6%), en el lado opuesto se encuentra el descenso del 15,4% total del uso de biomasa, residuos y biocarburantes. No obstante, la biomasa, residuos y biocarburantes siguen siendo las tecnologías que más contribuyen al mix de energía primaria con un 4,6% total, seguida por la energía eólica con un 3,4%, la hidráulica con 2,2% y la solar en 2%. Respecto al balance final de la generación eléctrica, se observa un aumento notable en la generación con fuentes renovables respecto a la generación total, representando un 41,1% en 2013, frente al 30,5% en 2012. A diferencia de las tecnologías convencionales que cayeron en la generación de electricidad un 26,7%, 24,5% y 8,2%, el carbón, el gas natural y la nuclear respectivamente.

#### **4.5.2. Origen de las emisiones de CO<sub>2</sub> en el sector energético español.**

En el siguiente diagrama de Sankey (Figura 11), se exponen las emisiones de CO<sub>2</sub> por consumo de energía, se muestran los combustibles y usos de la energía responsables de las emisiones de CO<sub>2</sub> asociadas al sector energético. Conforme al diagrama de energía que precede, el valor representado en los caudales de CO<sub>2</sub> se mantiene constante, pudiendo así evaluar el contenido en carbono de cada proceso. El diagrama de Sankey de CO<sub>2</sub> está condicionado notablemente por el diagrama energético.

En el año 2013 las emisiones totales en la industria se vieron reducidas en un 13,9%, motivado por el descenso de la demanda en todo tipo de combustibles.

Esto se explica por la disminución en un 1,5% del transporte y un 7,1% en usos diversos, respecto al 2012. De esta forma las emisiones totales por el uso final de la energía se redujeron un 6%.

Como ya se ha comentado en el punto anterior, la mayor participación de las renovables en el mix energético para la generación eléctrica, conllevó una menor intervención de las centrales de combustibles fósiles, que se tradujo en una reducción de las emisiones asociadas al sector eléctrico de un 20,1%.

De igual forma, la reducción de importaciones de carbón, derivados del petróleo y gas natural licuado hizo disminuir las emisiones de CO<sub>2</sub> que se emiten en el transporte de dichos combustibles, a diferencia del gas natural por gasoducto.

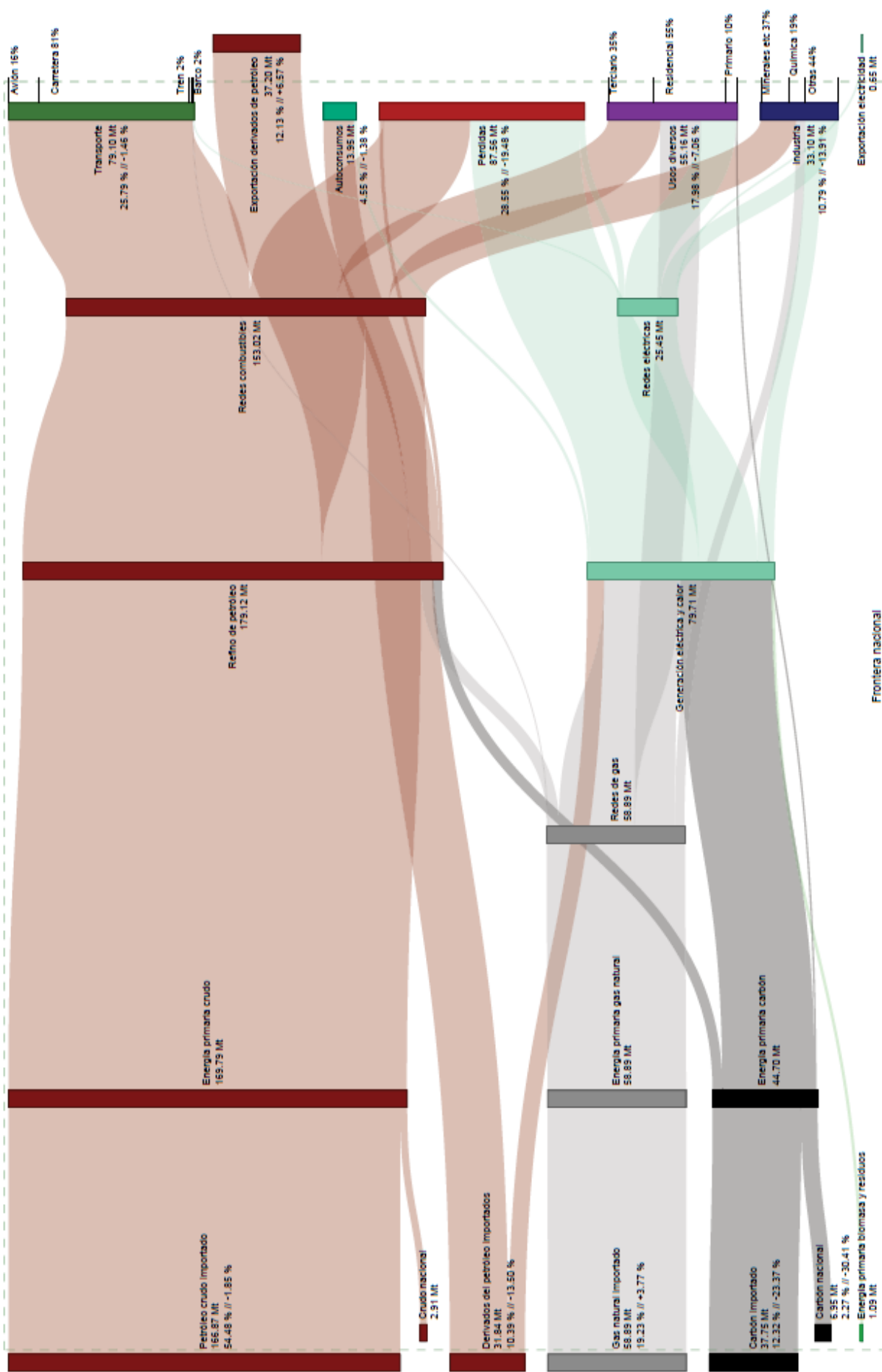


Figura 11: Diagrama de Sankey para las emisiones CO2. Fuente: Universidad Pontificia de Comillas

#### **4.5.3. Flujos económicos en el sector energético español.**

El diagrama representado a continuación (Figura 12), muestra los flujos económicos asociados a los sectores energéticos de la economía española. Se identifican las fuentes de energía responsables de la generación de valor añadido, la dependencia económica y energética que tiene como lastre España, los pagos de impuestos y las pérdidas económicas implícitas a los procesos de producción y transformación de combustibles. El diagrama de Sankey de los flujos económicos se diferencia de los dos anteriormente mostrados, en que dichos flujos no se mantiene constantes ya que cada sector de transformación añade valor económico a los productos energéticos. A continuación se analizará el sector eléctrico.

##### **Energía eléctrica**

Los gastos del sector eléctrico procedentes del consumo final disminuyeron en 2013 un 3% respecto al año anterior. Si se desglosa el gasto del sector eléctrico por sectores en el año 2013, el 69% procede de la demanda de usos diversos, el 28% del sector industrial y el 3% sobrante proviene del sector transporte. Si se reparten estos gastos conforme a la energía primaria utilizada en el sector eléctrico, se observa que el gas supuso el 20% del total, con 5.401 M€, la energía nuclear un 21% con 5.500 M€, la eólica un 19% con 5.370 M€, el carbón el 15% con 4.100 M€, la hidráulica un 14% con 4.000 M€, la tecnología solar el 3% del total con 760 M€ y las demás fuentes de energía contemplando las importaciones de electricidad un 8% con 2.200 M€.

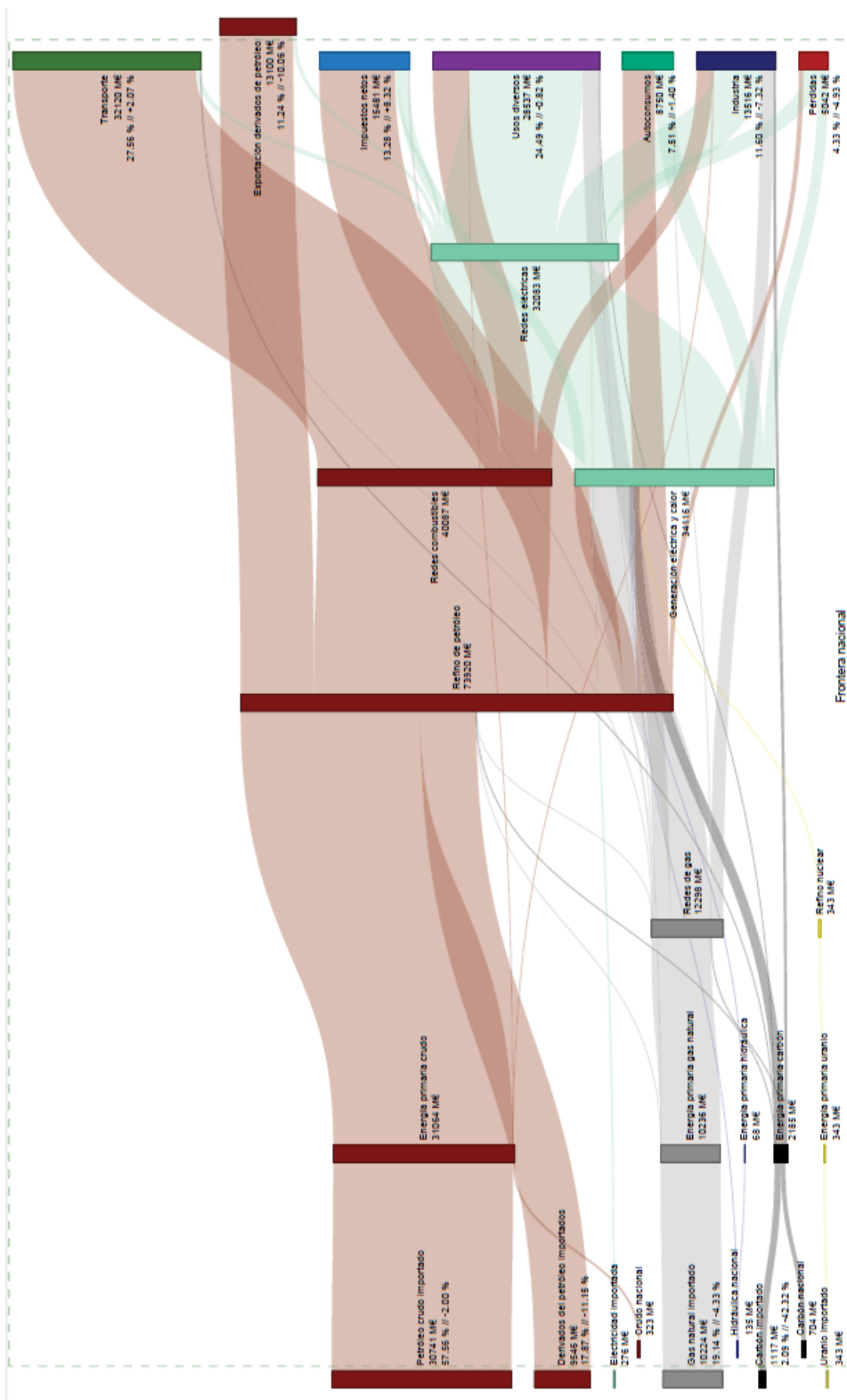


Figura 12: Diagrama de Sankey de los flujos económicos en el sector energético español. Fuente: Universidad Pontificia de Comillas



## 5. CONCEPTO Y DEFINICIÓN DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

La población mundial lleva creciendo a un ritmo vertiginoso durante los últimos 200 años, es más, en estas cuatro últimas décadas ha aumentado exponencialmente doblando prácticamente la población existente en el año 1975 (4000 millones), hasta llegar en el 2015 a los 7500 millones de personas en el mundo.

Este aumento poblacional, conlleva implícito un aumento del consumo de los recursos energéticos del planeta, acentuándose aún más con la demanda de energía eléctrica de los países en vías de desarrollo.

Por el aumento de la demanda energética, el incremento del coste de los combustibles primarios<sup>4</sup>, la dependencia energética de algunos países y la escasez de algunos recursos naturales, la eficiencia energética ha tomado gran protagonismo en las estrategias energéticas de los estados.

Con la eficiencia energética se pretende reducir el consumo de energía primaria o combustible, manteniendo los mismos niveles de servicios energéticos, sin disminuir la calidad de vida ni el bienestar, asegurando el abastecimiento, protegiendo el medio ambiente y fomentando la sostenibilidad. Para mejorar el aprovechamiento de los recursos disponibles y que la eficiencia energética sea una realidad, hacen falta cambios tanto a nivel tecnológico como en los hábitos de consumo energético.

**Definición de eficiencia energética** → *“La eficiencia energética es la obtención de los mismos bienes y servicios energéticos, pero con mucha menos energía, con la misma o mayor calidad de vida, con menos contaminación, a un precio inferior al actual, alargando la vida de los recursos y con menos conflicto.”*

Fuente: AEDENAT et al. (1998)

O la definición dada por la Directiva 2012/27/UE. *“Se define como eficiencia energética a la relación entre la producción de un rendimiento, servicio, bien o energía y el gasto de energía”.*

Recientemente las empresas más importantes y punteras del país están llevando a cabo planes de eficiencia energética en la producción de sus productos, comprometiéndose así con el medio ambiente y la sociedad. Pero, instaurar planes de reestructuración energética en una planta industrial no consiste únicamente en adquirir maquinaria de última tecnología, sino de usar y administrar los recursos energéticos de forma eficiente y eficaz. Esto se consigue optimizando los procesos industriales,

---

<sup>4</sup> Los datos indican que el precio del barril de crudo se ha cuadruplicado desde la década de 1970 hasta nuestros días y la tendencia a largo plazo es al alza.

mejorando el reciclaje de materiales y materias primas, implementando nuevas tecnologías y reaprovechando los residuos y productos sobrantes.

El sector industrial es uno de los sectores donde más avances y cambios se producen a nivel de eficiencia y rendimiento energético. Constantemente se están investigando, innovando y desarrollando nuevos métodos y procesos industriales. Tanto es así, que a los pocos años las máquinas y equipos se quedan obsoletos. Un claro ejemplo de ello son las cadenas de montaje (a nivel de producción) y la cogeneración (a nivel de generación eléctrica).

Los objetivos ventajosos generados por la eficiencia energética son:

- Reducción del consumo de energía sin disminuir el suministro, lo que conlleva unos menores costes de producción, al consumir menos energía por unidad producida.
- Aumentar la capacidad de generación disponible permitiendo el uso del sistema eléctrico para otros menesteres.
- Contribuye a alcanzar satisfactoriamente el cumplimiento de las exigencias medio ambientales, con las que nos hemos comprometido a nivel mundial.
- Optimizar el consumo de energía, lo que supone un aumento del rendimiento y de la competitividad global.
- Disminución del despilfarro energético y de la contaminación.

Con el desarrollo e implementación de la eficiencia energética en la industria y todos los sectores en general, con el ahorro de energía y el uso de fuentes renovables, se podrá garantizar el suministro energético a todos los usuarios de forma sostenible económica y respetuosa con el medioambiente.

Con la nueva directiva europea 2012/27/EU los beneficios más importantes de la eficiencia energética para los Estados miembros son:

1. Sostenibilidad:

- Reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero a la atmosfera.
- Reducción del daño y destrucción al medio ambiente.

2. Seguridad del suministro:

- Disminución de la dependencia energética con el resto de continentes.
- Reducción de inversiones en infraestructuras.
- Una mejora de los mercados financieros y comerciales.

3. Competitividad:

- Reducción de la factura energética europea en 200 mil millones de euros anuales en 2020.
- Creación de 2 millones de puestos de trabajo de aquí a 2020.
- Fomento del I+D y la internacionalización de la industria europea.

## ¿Cómo conseguir la Eficiencia Energética?

Para ello, en muchas ocasiones es preciso realizar una auditoria energética en la empresa, para mejorar procesos, buscando la eficiencia, descubrir errores y ahorrar costes en la energía consumida.

### 5.1. Auditorías energéticas

Se conoce como auditoria energética al conjunto de propuestas y medidas para el ahorro en el consumo energético de una empresa. Estas medidas pueden suponer, o no, un coste económico.

Para analizar el nivel de eficiencia energética en la industria, lo fundamental es establecer indicadores que lo controlen y comparen, dependiendo de la actividad que se desee determinar, con el objetivo de obtener una visión del estado actual de la instalación y su evolución a posteriori. El fundamento principal de las auditorias es que si no se mide, no se puede controlar, por consiguiente si no se controla no se puede administrar el consumo energético de una instalación.

En el proyecto de Real Decreto por el que se traspone la Directiva 2012/27/UE, publicado por el Ministerio de Industria, Energía y Turismo se define la auditoría energética como: *“Todo procedimiento sistemático destinado a obtener conocimientos adecuados del perfil de consumo de energía existente de un edificio o grupo de edificios, de una instalación u operación industrial o comercial, o de un servicio privado o público, así como para determinar y cuantificar las posibilidades de ahorro de energía a un coste eficiente e informar al respecto”*. Éstas nacieron con el objetivo de:

1. Obtener un conocimiento fiable del consumo energético y su coste asociado.
2. Identificar y clasificar los factores que afectan al consumo energético.
3. Análisis de los costes energéticos y de mantenimiento.
4. Detectar y evaluar las distintas oportunidades de ahorro en el coste energético.
5. Mejora de la eficiencia y diversificación de la energía en las instalaciones.
6. Eliminar pérdidas de energía.
7. Mejorar el suministro de energía
8. Reducir las emisiones por unidad producida.
9. Evaluar el empleo de energías renovables.

Las ventajas y beneficios de las auditorías energéticas como instrumento de la eficiencia energética son:

- ❖ Evitar o reducir la dependencia energética.
- ❖ Desarrollo sostenible.
- ❖ Crear una imagen de marca al asociar la empresa con el cuidado del medio ambiente.
- ❖ Reducción de los costes de energía debido a la disminución del consumo energético.

- ❖ Aumento de la competitividad de la empresa.
- ❖ Prolongación de la vida útil de los equipos.
- ❖ Conservar materias primas y evitar emisiones a la atmósfera.
- ❖ Acceso a las ayudas concedidas por la Administración Pública al realizar estudios energéticos en la planta.

**La norma ISO 50001:2011**, de la cual hablaremos más adelante en el punto 6.1, especifica cómo debe estar estructurado y los contenidos que debe presentar un informe de auditoría energética. Según la norma, en el informe de una planta industrial deben aparecer los siguientes apartados:

- Análisis de los suministros energéticos, compuesto por el estudio de la instalación eléctrica, los combustibles empleados, la autoproducción de energía y otras fuentes de energía.
- Análisis de los procesos de producción.
- Análisis de las tecnologías horizontales<sup>5</sup> y servicios.
- Realización de una contabilidad energética.
- Análisis de propuesta de mejora.
- Realización del informe de auditoría.

Ejemplo de algunas de las acciones más importantes propuestas para mejorar la eficiencia energética a partir de una auditoría energética en una instalación industrial:

Objetivo	Acción
Cambio energético	Sustitución de fuentes energéticas por otras más limpias.
Mejoras tecnológicas	Iluminación más eficiente, motores de alta eficiencia, cambio de arrancadores suaves por variadores (dependiendo de la situación).
Optimización de procesos industriales y automatización	Rediseño de sistemas productivos.
Manejo y control de temperaturas	Mejor control de las temperaturas, evitar pérdidas de frío y calor.
Climatización o uso de la luz solar	Mejora de los equipos climatizadores e instalación de paneles solares.
Mejora del factor de potencia	Instalación de condensadores y equipos para la corrección del factor de potencia

**Tabla 8:** Medidas para mejorar la eficiencia energética en una instalación industrial.  
Elaboración propia.

<sup>5</sup> Según la norma UNE 216501:2009 las tecnologías horizontales “son aquellas empleadas fundamentalmente para la generación y transformación de la energía entrante que se consume en la organización, a la forma y cantidad requerida por los procesos industriales y los servicios”. Como ejemplo de tecnologías horizontales se pueden nombrar: la calefacción y aire acondicionado, el alumbrado, la ventilación y los sistemas electromecánicos (motores).

### **5.1.1. Fases de Actuación.**

Las auditorías se desarrollan en diferentes fases de actuación ordenadas lógicamente. Los pasos necesarios a seguir de forma ordenada en la metodología de las auditorías energéticas son:

1. Estructura y planificación de la auditoria.
2. Compendio y selección previa de la información.
3. Toma de datos y mediciones en campo.
4. Contabilidad energética de la planta.
5. Análisis de los procesos y de las tecnologías horizontales.
6. Propuestas y planes de mejora.
7. Implantación de medidas y plan de acción final.

#### **Anteproyecto de la auditoria.**

Para comenzar a realizar la auditoria se debe delimitar la estructura del documento y las fases a seguir hasta completar el estudio.

Es necesario planificar y seleccionar previamente la información a recopilar y estudiar. Estos datos, serán proporcionados por el propio cliente. El técnico responsable deberá tomar, apuntar y realizar las medidas pertinentes en el momento, previendo antes los instrumentos indispensables a utilizar además del tiempo que se extenderá dicho proceso.

#### **Recopilación de información**

Se requiere de un estudio precedente de la instalación para evaluar el estado en el que se encuentra la misma. Es aconsejable: Recabar información acerca de los datos generales de la planta tales como, el nivel de producción, la cantidad de emisiones y vertidos. Estudiar los planos, diagramas de flujo y esquemas unifilares de la planta. Cuantificar el consumo de combustible y materias primas junto con el gasto en electricidad. Realizar un inventario de los equipos y máquinas consumidores. Tener claro y definido el régimen de funcionamiento, la regulación y el control.

#### **Toma de datos y medidas**

Se llevarán a cabo medidas de los parámetros oportunos (horas de funcionamiento, consumo real) en los equipos previstos a evaluar (equipos antiguos de elevado consumo o con mayor oportunidad de ahorro energético) y se revisarán también el estado de las instalaciones y la ingeniería estructural. En campo, propiamente dicho, se tomaran medidas térmicas, lumínicas, eléctricas..., gracias a los datos recogidos de contadores, instrumentos de medida, Scadas....

#### **Contabilidad energética**

Con la contabilidad energética se consigue localizar y aislar las partes de la planta donde se produce un mayor consumo de energía. De esta manera, al tener identificado el equipo las medidas a implementar para conseguir un mayor ahorro son más asequibles. A partir de las medidas obtenidas de los cuadros eléctricos

distribuidos en la planta y las cuentas globales de la instalación, se elabora el estudio de la contabilidad.

A partir de esta información y su posterior procesamiento se puede confeccionar un diagrama Sankey, el cual sirve para mostrar y señalar la distribución del consumo de energía en la instalación.

### **Análisis de proceso**

El análisis y evaluación de los sistemas o procesos y estado energético de la planta se lleva a cabo con la determinación y clasificación de las fuentes energéticas que los abastecen y los tipos de equipos consumidores.

Para ello, se requiere disponer de todas las características técnicas y parámetros de funcionamiento de los equipos instalados en planta (Inventario), junto con la antigüedad de los mismos, revisiones efectuadas, horarios de uso y demás datos que puedan ser relevantes para el análisis.

### **Propuestas y planes de mejora. Análisis económico-técnico.**

Las propuestas definidas a las que puede optar una empresa son:

- Plan de ahorros que no requiera inversión.
- Plan con medidas de inversión rentable.
- Plan de energías alternativas.

A raíz del estudio de las diferentes posibilidades, se obtiene el análisis económico. A partir de él y de herramientas como el periodo de retorno<sup>6</sup>, se podrá valorar la viabilidad de la inversión.

No hay que olvidar el sistema de subvenciones y ayudas que ofrece el estado para la mejora energética de las empresas.

Por otro lado, el análisis técnico de las diferentes medidas debe arrojar luz sobre la viabilidad de éstas en relación con el proceso productivo de la instalación. Se debe tener en cuenta la imposibilidad de implantación de alguna de ellas.

### **Implantación de medidas y plan de acción final.**

Finalmente, a partir de la elección del plan de mejora en base a los correspondientes criterios, se procederá a la implementación del mismo.

En este proceso de deberán realizar las siguientes acciones:

- Tomar contacto con las empresas suministradoras e instaladoras más competentes del sector.
- Llevar a cabo el diseño de automatización del proceso y control del consumo energético.
- Dirigir y coordinar la implantación.
- Certificados oficiales del ahorro energético.

---

<sup>6</sup> El plazo de retorno de la inversión (pyaback) es un instrumento que mide el tiempo que tarda en recuperarse o amortizarse la inversión inicial.

## 6. DIRECTIVA 2012/27/UE DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

La Unión Europea no puede seguir permitiéndose el lujo de derrochar energía debido a su encarecimiento y a la escasez de los combustibles primarios que cada año se ven más mermados, con lo que el alcance de una Europa eficiente energéticamente hablando, es desde hace varias décadas el objetivo primordial de ésta, apoyado y consensuado por todos sus Jefes de Estado y Gobierno.

El medio más valioso del que dispone la UE en estos momento para hacer frente a la creciente dependencia de las importaciones de energía, la exigüidad de recursos energéticos, la necesidad de controlar el cambio climático con la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero y de otras sustancias contaminantes y de superar la gran crisis económica que impregna nuestro panorama actual, es sin lugar a dudas, la eficiencia energética. Es por ello que la puesta en marcha de la Directiva 2012/27/UE es necesaria para el viejo continente.

Con la ejecución del plan de eficiencia energética se pretende mejorar la seguridad de abastecimiento, reduciendo el consumo de energía primaria y las importaciones de energía. De esta manera, se verán reducidas las emisiones de gases de efecto invernadero pudiendo así limitar el cambio climático.

La directiva 2012/27/UE de eficiencia energética, del Consejo y Parlamento Europeo (designada en lo sucesivo del texto como DEE), fue publicada en el Diario Oficial de la Unión Europea el 14 de Noviembre de 2012, entrando en vigor el 4 de Diciembre de 2012. Los Estados miembros de la Unión Europea estarán obligados a transponer dicha directiva para el 5 de Junio de 2014, exceptuando algunos artículos para los cuales la fecha prevista es diferente.

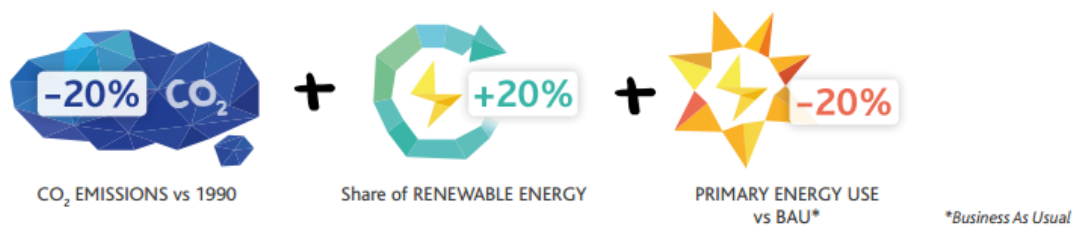
La nueva DEE surge en un escenario en el que se da por hecho que la Unión Europea no va alcanzar el tan ambicioso objetivo “20/20/20” adoptado por el Consejo Europeo en 2007 en materia de energía y cambio climático. En el año 2010 a través de las previsiones realizadas la Comisión Europea informó públicamente que los objetivos de la UE para 2020 no se lograrían. Con lo que sería obligatorio implantar nuevas medidas a nivel nacional y europeo.

En respuesta a esta situación, la Comisión presentó el 8 de marzo de 2011 la propuesta de una nueva directiva en asunto de eficiencia energética. El principal propósito de ésta es aportar herramientas y nuevos métodos para lograr los objetivos de eficiencia energética que la UE se propuso en 2007 cumplir para el 2020 de; reducir las emisiones de gases de efecto invernadero en un 20%, llegar a un 20% en eficiencia energética y aumentar hasta un 20% la cuota de energía renovable. Con la implantación de estas medidas se constituirá un marco común para impulsar la

eficiencia energética después de dicha fecha y se instaurarán normas destinadas a eliminar las barreras en el mercado de la energía y a superar deficiencias que obstaculizan la eficacia en el abastecimiento y consumo de energía.

Esta propuesta fue aprobada finalmente el 25 de octubre de 2012, convirtiéndose en la Directiva de eficiencia energética 2012/27/UE.

Con esta Directiva no sólo se pretende reforzar el objetivo 20-20-20, sino también favorecer que las nuevas mejoras de eficiencia energética vayan más allá del 2020.



**Figura 13:** 20% menos de emisiones de CO<sub>2</sub> respecto al año 1990, 20% más de uso de energías renovables y 20% más eficiente el sistema energético (Reducción del consumo de energía primaria). Fuente: Informe "Energy Efficiency in Europe: An overview of policies and good practices". Autor: European Energy Network.

Para tomar las medidas necesarias que conlleven al alcance de los objetivos citados en la estrategia Europa 2020, tienen que estar de acuerdo y desempeñar su rol pertinente los Estados miembros, las instituciones europeas y los interlocutores sociales.

La DEE va a modificar y repercutir en las políticas de eficiencia energética de todos los Estados Miembros. Los cambios más significativos de ésta son:

- Modifica la Directiva 2009/12/125/CE sobre requisitos de diseño ecológico que se aplica a productos relacionados con la energía.
- Modifica la Directiva 2010/30/UE referente a la clasificación de productos vinculados con la energía.
- Anula la Directiva 2004/8/CE relacionada con la promoción de la cogeneración.
- Anula la Directiva 2006/32/CE relativa a la eficiencia en el uso de la energía y los servicios energéticos.
- Complementa a la Directiva 2010/31/UE que hace referencia a la función ejemplarizante de los organismos públicos para implantar la eficiencia energética en los edificios y electrodomésticos, la industria y la necesidad de facilitar al consumidor final la gestión de su propio consumo de energía.

#### **Análisis por artículos referentes a la industria.**

A continuación se van a extraer, exponer, sintetizar y comentar los diferentes capítulos y artículos propios de la Directiva 2012/27/UE, referentes exclusivamente a la industria en general y resto de materias concernientes al tema del documento.



### **DEE. Artículo 3. Objetivos de eficiencia energética.**

Los Estados miembros deberán fijarse unos objetivos orientativos de eficiencia energética, basándose en diferentes referencias como: el consumo de energía primaria o final, el ahorro de energía primaria o final, o la intensidad energética.

Cuando se hayan prefijado dichos objetivos, los Estados miembros los notificarán a la Comisión de acuerdo al artículo 24, apartado 1 de la DEE. Junto con la notificación de los objetivos marcados cada Estado miembro tendrá que especificar en términos de nivel absoluto los consumos de energía primaria y los consumos de energía final en 2020, debiendo explicar el método y los datos en los que se han basado para efectuar dichos cálculos de consumo.

Elementos a tener en cuenta por los Estados miembros para la fijación de los objetivos:

1. La UE no deberá tener un consumo de energía superior a 1474 Mtep de energía primaria ó a 1078 Mtep de energía final en 2020.
2. Las medidas previstas en la presente directiva.
3. Las medidas adoptadas para lograr los objetivos nacionales de ahorro de energía en referencia al artículo 4, apartado 1 aprobado en la Directiva 2006/32/CE.
4. El resto de medidas orientadas al fomento de la eficiencia energética sobre los Estados miembros y la UE.

Los Estados miembros también deberán contemplar las diferentes circunstancias nacionales que afecten al consumo de energía primaria, tales como:

1. El ahorro de la energía restante en los diferentes procesos industriales.
2. La evolución y previsión del PIB.
3. Los cambios que se den en las importaciones y exportaciones de la energía.
4. El conjunto de progresos que se den en todas las fuentes de energía renovable, la energía nuclear, la captura y almacenamiento de emisiones de carbono.
5. La actuación temprana en los distintos sectores.

### **DEE. Artículo 8. Auditorías energéticas y sistemas de gestión energética.**

Los Estados miembros fomentarán y facilitarán el acceso a auditorías energéticas de elevada calidad, a todos aquellos clientes finales que lo soliciten. Éstas, tendrán una buena relación entre coste y eficacia, y serán realizadas de forma independiente por expertos cualificados y acreditados conforme a unos criterios de cualificación definidos. También podrán ser ejecutadas y supervisadas por autoridades independientes con arreglo al Derecho nacional.

Con el objetivo de garantizar la elevada calidad de las auditorías energéticas y los sistemas de gestión energética, los Estados miembros fijarán unos criterios mínimos, transparentes y no discriminatorios, para las auditorías energéticas basados en el anexo IV del presente tfg.

Los Estados miembros crearán programas que animen a las PYME a realizar auditorías energéticas y aplicar posteriormente las recomendaciones de éstas. También fomentarán que se impartan programas de formación para la cualificación de auditores energéticos con el fin de promover que exista un número suficiente de expertos.

Los estados miembros velarán para que las **empresas que no sean PYME se sometan a una auditoría energética** realizada de manera independiente y con una buena rentabilidad por expertos cualificados o acreditados. Las auditorías también podrán ser ejecutadas y supervisadas por autoridades independientes siempre que el Estado miembro correspondiente haya establecido un sistema que garantice y compruebe su calidad con arreglo al Derecho nacional antes del 5 de diciembre de 2015, y como mínimo cada cuatro años a partir de la fecha de la auditoría energética anterior.

**Se eximirá** del cumplimiento de estos requisitos establecidos a aquellas **empresas que no sean PYME y que apliquen un sistema de gestión energética (SGE)**<sup>7</sup> o ambiental, certificado por un organismo independiente con arreglo a las normas europeas o internacionales correspondientes, siempre que los Estados miembros garanticen que el sistema de gestión en cuestión incluya una auditoría energética realizada conforme a los criterios mínimos basados en el anexo IV del presente tfg.

Sin perjuicio de las normas de la Unión en materia de ayudas públicas, los Estados miembros podrán aplicar regímenes de **incentivación y ayuda** para la puesta en práctica de las recomendaciones derivadas de auditorías energéticas y otras medidas similares. De estas medidas se hablará más adelante en el apartado 6.1.3

## **DEE. Analisis del artículo 15, transformación, transporte y distribución de energía en base a la cogeneración.**

### **Cogeneración. Consideraciones previas.**

Primeramente definir el concepto de cogeneración según especifica la DEE: *“Se define la cogeneración como la generación simultánea de energía térmica y energía eléctrica o mecánica en un solo proceso.”*

Antes de tratar la cogeneración incluida en la DEE, se van a exponer las consideraciones previas a tener en cuenta por el Parlamento Europeo y el Consejo de la Unión Europea:

- La cogeneración de alta eficiencia se define como el proceso industrial que permite ahorrar energía mediante la producción combinada de calor y electricidad. El objetivo es obtener el máximo ahorro de energía y no perder las oportunidades para ello, por lo que hay que prestar la mayor atención posible a las condiciones de funcionamiento de las unidades de cogeneración.

---

<sup>7</sup> Concepto de Sistema de Gestión Energética, definido en el punto 6.1.1

- En la Unión Europea, la cogeneración de alta eficiencia está poco explotada generalmente, y ésta posee un potencial muy significativo de ahorro de energía primaria, con lo que los Estados miembros deben llevar a cabo evaluaciones exhaustivas de dicho potencial. Dichas evaluaciones serán solicitadas por la Comisión, facilitando la información a los inversores en cuanto a los planes nacionales de desarrollo, contribuyendo así con un entorno estable y propicio para las inversiones. Las instalaciones de generación de electricidad, nuevas o ya existentes, que hayan sido reformadas sustancialmente o cuyo permiso o licencia se haya actualizado deberán ir equipadas con unidades de cogeneración de alta eficiencia para recuperar el calor residual procedente de la producción de electricidad, siempre y cuando el análisis de costes y beneficios sea favorable.
- Los Estados miembros deben impulsar medidas y procedimientos que promuevan las instalaciones de cogeneración con una potencia térmica nominal total igual o inferior a 20 MW con el objetivo de fomentar la generación distribuida de energía.

A continuación se definirán los conceptos básicos relacionados con la cogeneración, expuestos en el artículo 1 de la DEE:

- *“Calor útil: Es el calor producido en el proceso de la cogeneración, con el cual se satisface la demanda de calefacción o refrigeración de otro sistema.”*
- *“Electricidad de cogeneración: es la electricidad que se genera en los procesos relacionados con la producción de calor útil, calculada de acuerdo a unos métodos. (Métodos explicados en el anexo I del presente Tfg.)*
- *“Cogeneración de alta eficiencia: tipo de cogeneración que cumple con los criterios en base a unos métodos.” (Métodos explicados en el anexo II del presente Tfg.)*
- *“Eficiencia Global: es la suma total anual de la producción de electricidad, energía mecánica y calor útil, dividida por la cantidad de combustible consumido para la producción de calor mediante un proceso de cogeneración junto con la producción bruta de electricidad y de energía mecánica.”*
- *“Relación entre electricidad y calor: es la relación entre la electricidad de cogeneración y el calor útil cuando se funciona en modo de cogeneración total.”*
- *“Unidad de cogeneración: unidad que puede funcionar en modo de cogeneración”.*

Los Estados miembros se asegurarán que la reglamentación de la red eléctrica y las tarifas, cumplen con los criterios expuestos en el reglamento nº 714/2009. Con **fecha límite 30 de Junio de 2015**, se tendrán que asegurar de que:

- ❖ Se ejecuta una **evaluación del potencial de eficiencia energética en las infraestructuras de gas y electricidad**, concretamente en lo que concierne al transporte, la distribución, la gestión de la carga y la interoperabilidad. También se realizará la evaluación en la conexión a instalaciones generadoras y microgeneradoras de energía.

- ❖ Se determinan medidas e inversiones para la introducción de mejoras eficaces en eficiencia energética en la estructura de la red.

Los Estados miembros cuidarán que los operadores de sistemas de transporte y distribución cumplan con las siguientes obligaciones, expresamente cuando sean los encargados de la planificación de las instalaciones generadoras en su territorio:

1. *Garanticen el transporte y la distribución de la electricidad producida mediante cogeneración de alta eficiencia.*
2. *Proporcionen acceso prioritario o garantizado a la red de la electricidad producida mediante cogeneración de alta eficiencia.*
3. *En el orden de las instalaciones de generación de electricidad, den prioridad a la electricidad producida mediante cogeneración de alta eficiencia, siempre y cuando el funcionamiento del sistema eléctrico nacional sea seguro.*

Asimismo, los Estados miembros verificarán que se explican de manera detallada y se divulgan dichas normas a todas las entidades, organismos y empresas competentes sobre la clasificación de las prioridades de acceso y despacho que se aplican en su sistema eléctrico. Respecto a la autorización del acceso o despacho prioritarios para la cogeneración de alta eficiencia, los Estados miembros tendrán potestad para establecer clasificaciones entre la energía renovable y la cogeneración de alta eficiencia, asegurándose en todo caso que no se obstaculiza el acceso o el despacho prioritarios para la electricidad generada por fuentes variables de energía renovable.

Los estados miembros podrán facilitar la conexión a la red eléctrica, aquella electricidad de cogeneración de alta eficiencia producida mediante unidades de cogeneración a pequeña escala y unidades de microgeneración.

Opcionalmente, los Estados miembros podrán instar a los operadores de transporte y distribución que apoyen las ventajas de que la cogeneración de alta eficiencia se ubique cerca de las zonas de demanda disminuyendo así los gastos de conexión al sistema y sus tasas de uso.

Los Estados miembros tendrán potestad de convocar concursos para los trabajos de conexión a la red entre aquellos productores de electricidad generada por cogeneración de alta eficiencia que lo soliciten.

## DEE. Análisis del artículo 24, revisión y control de la aplicación.

Respecto a la revisión y control de la aplicación en el ámbito de la cogeneración, **los Estados miembros informarán antes del 30 de abril de cada año a partir del 2013**, sobre los **progresos alcanzados** en relación con los objetivos nacionales de eficiencia energética, con arreglo a lo dispuesto en el anexo III del presente TFG.

Los Estados miembros deberán también **presentar** antes del 30 de abril de 2014, y a continuación **cada tres años, planes nacionales de acción para la eficiencia energética**. Dichos planes contendrán medidas encaminadas a mejorar considerablemente la eficiencia energética y los ahorros de energía conseguidos o previstos, incluidos los del suministro, transporte y distribución de la energía, así como los de su uso final, con miras a alcanzar los objetivos de eficiencia energética nacionales.

Los Planes nacionales de acción para la eficiencia energética se complementarán con estimaciones actualizadas del consumo de energía primaria global previsto en 2020, así como los niveles estimados de consumo de energía primaria de los sectores indicados en el anexo III del presente TFG.

Los Estados miembros estarán comprometidos, antes del 30 de abril de cada año, a presentar ante la Comisión los informes de la **producción total nacional de electricidad** y calor a partir de cogeneración de alta y baja eficiencia, en acuerdo a la metodología que se muestra en el anexo I del presente TFG. También tendrán la obligación de presentar informes anuales a cerca de **la capacidad de cogeneración** de calor y electricidad, la producción y la capacidad de producción de calefacción y refrigeración urbanas en referencia a la producción y capacidad total de generación de calor y electricidad.

Asimismo, presentarán estadísticas sobre el ahorro de energía primaria obtenido mediante la aplicación de cogeneración, en acuerdo a la metodología mostrada en el anexo II del presente TFG.

## **6.1. Transposición de la directiva 2012/27/UE en España. (Proyecto de Real Decreto, todavía no publicado)**

El estado español como miembro de la Unión Europea está obligado a realizar la transposición de la Directiva 2012/27/UE a su propio ordenamiento jurídico.

Con el Proyecto de Real Decreto por el que se transpone la Directiva 2012/27/UE del Parlamento Europeo y del Consejo de 25 de octubre de 2012, relativa a la eficiencia energética, en lo referente a auditorías energéticas, acreditación de proveedores de servicios y auditores energéticos, promoción de la eficiencia del suministro de energía y contabilización de consumos energéticos, se consigue crear un marco común para promocionar la eficiencia energética dentro de España e instaurar planes concretos que lleven a la práctica las propuestas incluidas en el Plan de Eficiencia Energética 2011 logrando de este modo el ahorro de energía.

En consecuencia, el proyecto de Real Decreto transpone parcialmente la citada Directiva en lo relativo a:

- Auditorías energéticas.
- Sistemas de acreditación para proveedores de servicios energéticos y auditores energéticos.
- Promoción de la eficiencia energética en los procesos de producción y usos del calor y del frío.
- La contabilización de consumos energéticos de calor, frío y agua caliente sanitaria en edificios.

El proyecto de Real Decreto (en lo sucesivo pDR) consta de catorce artículos, agrupados en seis capítulos, una disposición adicional, seis disposiciones transitorias, seis disposiciones finales y cuatro anexos.

- Capítulo I, “Disposiciones Generales”: especifica el objetivo y fin del Real Decreto, define los conceptos necesarios para la correcta interpretación del mismo.
- Capítulo II, “Auditorías Energéticas”: Éste contiene la regulación de las Auditorías energéticas. Las mismas, proponen una mejor eficiencia del uso final de la energía, con lo que se aprovechan y rentabilizan ahorros potenciales de forma económicamente eficiente y se estimula la innovación y competitividad de las organizaciones. Todo ello conlleva hacia tecnologías de mayor rendimiento energético.
- Capítulo III, “Sistema de acreditación para proveedores de servicios energéticos y auditores energéticos”. En este capítulo se regulan las condiciones y requisitos que deben reunir los proveedores y auditores para su posterior acreditación. Dicha acreditación es fundamental para el correcto

funcionamiento de los mercados, de forma transparente y orientada a la calidad Europea.

- Capítulo IV, “Promoción de la eficiencia energética en la producción y uso del calor y del frío”. El capítulo versa sobre la regulación en la evaluación del potencial que se debe realizar en los sistemas de cogeneración de alta eficiencia y en los sistemas urbanos de calefacción y refrigeración, con objeto de facilitar información a los inversores sobre los planes nacionales de desarrollo, contribuyendo de esta manera a un entorno estable y propicio para las inversiones.
- Capítulo V, “Contabilización de consumo de calor, frío y agua caliente sanitaria en edificios”. En éste, se regulan las condiciones y requisitos que deben reunir los edificios existentes para la contabilización individual de los consumos de las instalaciones térmicas.
- Capítulo VI, “Régimen sancionador”. En el capítulo se exponen las sanciones que se impondrán a aquellos que incumplan lo dispuesto en este real decreto. Las diferentes sanciones se clasificarán y sancionarán, de acuerdo a lo dispuesto en la ley 18/2014, de 15 de octubre.

A continuación se van a extraer, exponer, sintetizar y comentar los diferentes capítulos y artículos propios del Proyecto de Real Decreto por el que se transpone la Directiva 2012/27/UE, referentes exclusivamente a la industria en general y auditorías energéticas.

#### **pDR. Capítulo I, Disposiciones Generales.**

##### **pDR. Artículo 1. Objetivo, finalidad y definiciones.**

El presente real decreto tiene como objetivo establecer un marco normativo que sirva para desarrollar e impulsar actuaciones en la mejora de la eficiencia energética de una organización concreta, promocionar el ahorro energético y evitar en el futuro el aumento de emisiones de gases de efecto invernadero.

Como finalidad se marca, la realización de detecciones y cambios en los diferentes modos de actuar dentro de los procesos de consumo energético siempre y cuando, puedan contribuir al ahorro y la eficiencia de la energía primaria consumida, así como también a optimizar la demanda energética de la instalación, equipos o sistemas consumidores de energía, además de disponer de un número suficiente de profesionales competentes y fiables con el propósito de asegurar la aplicación efectiva y transparente de la Directiva 2012/27/UE.

A efectos de este real decreto, se definirán los siguientes conceptos:

- a) *“Ahorro de energía: cantidad de energía ahorrada, determinada mediante medición y/o estimación del consumo antes y después de la aplicación de una o*



*más medidas de mejora de la eficiencia energética, teniendo en cuenta al mismo tiempo la normalización de las condiciones externas que influyen en el consumo de energía.”*

- b) “Auditor energético: persona física o jurídica con capacidad personal y técnica demostrada y competencia para llevar a cabo una auditoría energética.”*
- c) “Cliente final: toda persona física o jurídica que compra energía para su uso final.”*
- d) “Consumo de energía: Gasto medible de energía utilizada por las actividades de una organización o parte de ella.”*
- e) “Contrato de rendimiento energético: todo acuerdo contractual entre el beneficiario y el proveedor de una medida de mejora de la eficiencia energética, verificada y supervisada durante la vigencia del contrato, en el que las inversiones (obras, suministros o servicios) en dicha medida se abonan respecto de un nivel de mejora de la eficiencia energética acordado contractualmente o de otro criterio de rendimiento energético acordado, como, por ejemplo, el ahorro financiero.”*
- f) “Energía: todas las formas de productos energéticos, combustibles, calor, energía renovable, electricidad o cualquier forma de energía, según se definen en el artículo 2, letra d), del reglamento (CE) nº 1099/2008 del Parlamento Europeo y del Consejo, de 22 de octubre de 2008, relativo a las estadísticas sobre energía.”*
- g) “Organización: conjunto de personas e instalaciones con una disposición de responsabilidades, autoridades y relaciones.”*
- h) “Mejora de la eficiencia energética: el aumento de eficiencia energética como resultado de cambios tecnológicos, de comportamiento y/o económicos.”*
- i) “Proveedor de servicios energéticos: toda persona física o jurídica que presta servicios energéticos o aplica otras medidas de mejora de la eficiencia energética en la instalación o los locales de un cliente final.”*
- j) “Servicio energético: es el beneficio físico, la utilidad o el bien derivados de la combinación de una energía con una tecnología energética eficiente o con una acción, que puede incluir las operaciones, el mantenimiento y el control necesarios para prestar el servicio, el cual se presta con arreglo a un contrato y que, en circunstancias normales, ha demostrado conseguir una mejora de la eficiencia energética o un ahorro de energía primaria verificable y medible o estimable.”*
- k) “Sistema de gestión de la energía: un conjunto de elementos relacionados entre sí o en interacción pertenecientes a un plan que establezca un objetivo de eficiencia energética y una estrategia para alcanzarlo.”*

## pDR. Capítulo II, Auditorías Energéticas.

Las auditorías energéticas son herramientas que permiten a las organizaciones/empresas conocer su situación respecto al uso que hacen de la energía consumida y que, por el hecho de realizarse de forma distinta según sectores, empresas y países, es necesario una normalización que pueda permitir la comparación de los resultados obtenidos.

Las auditorías permiten **detectar operaciones dentro de los procesos industriales que pueden contribuir al ahorro y la eficiencia** de la energía primaria consumida, así como operaciones para optimizar la demanda energética de la instalación.

También se centran en la revisión del uso y la diversificación de las fuentes de energía que consume la planta, contemplando el cambio de combustible en algunos procesos para su optimización.

### pDR. Artículo 2. Ámbito de la aplicación.

En el proyecto real decreto se establece la obligación, para aquellas empresas que tengan la consideración de **grandes empresas, no PYMES**, entendiéndose por éstas las que engloben más de 250 personas o aquéllas de menos de 250 trabajadores pero que tengan un volumen de negocios anual que exceda los 50 millones de euros y un balance general anual que exceda de 43 millones de euros.

Lo expuesto en el presente capítulo sólo se aplicará sobre las grandes empresas descritas, por lo que **quedan excluidas** del ámbito de aplicación, las microempresas, pequeñas y medianas empresas (**PYMES**), entendiéndose por tales aquéllas que de acuerdo con el título I del anexo de la Recomendación 2003/361/CE de la Comisión, de 6 de mayo de 2003, sobre la definición de PYMES.

Para determinar si una empresa está exenta o no de someterse a una auditoría energética, se deberá computar la suma de los trabajadores y el volumen de negocio de todas las sociedades que forman parte del grupo consolidado.

### pDR. Artículo 3. Alcance de la exigencia y criterios mínimos a cumplir por las auditorías energéticas.

1. Las grandes empresas incluidas en el ámbito de aplicación del artículo 2, deben **someterse a una auditoría energética antes del 5 de diciembre de 2015**, y posteriormente realizar una auditoría como mínimo cada cuatro años, a partir de la fecha de la auditoría energética anterior.
2. Como justificante del cumplimiento de la obligación anteriormente indicada, las empresas pertinentes podrán usar una o las **dos alternativas siguientes**:

- a) Realizar una **auditoría energética** que cumpla las directrices mínimas que se indican en el próximo apartado 3. La verificación de estas auditorías energéticas será realizada por Aenor.<sup>8</sup>
  - b) **Aplicar un sistema de gestión energética (SGE) o ambiental, certificado** por un organismo independiente de acuerdo a las normas europeas o internacionales, siempre que el sistema de gestión incluya una auditoría energética llevada a cabo conforme a las pautas que se indican en el apartado 3. Dicha certificación de sistemas de gestión energética será ejecutada por Aenor, única entidad acreditada por la Enac.<sup>9</sup>
3. Las auditorías energéticas deberán cumplir las siguientes directrices:
- a) *Se basarán en datos operativos actualizados, medidos y verificables de consumo de energía y en el caso de la electricidad, de perfiles de carga siempre y cuando se dispongan de ellos.*
  - b) *Abarcarán un examen detallado minuciosamente del perfil de consumo de energía de las operaciones o instalaciones industriales o comerciales, o de un servicio privado o público, con la introducción del transporte dentro de las instalaciones o en su defecto, flotas de vehículos.*
  - c) *Se deberá fundamentar el análisis del coste del ciclo de vida antes que en periodos simples de amortización, a fin de tener en cuenta el ahorro a largo plazo, los valores residuales de las inversiones a largo plazo y las tasas de descuento.*
  - d) *Deberán ser proporcionadas y representativas para que se pueda trazar una imagen fiable del rendimiento energético global de la planta, pudiendo así determinar de manera fiable las oportunidades de mejora más significativa.*
4. Las auditorías energéticas permitirán la realización de cálculos detallados y validados para las medidas que se propongan, de esta manera se facilitará la información de forma clara sobre el potencial de ahorro.
5. Se deberán almacenar los datos empleados en las anteriores auditorías energéticas para disponer de un análisis histórico completo y para la observación de la variación del comportamiento energético.

---

7. Aenor (Asociación Española de Normalización y Certificación): es una organización privada, independiente y sin ánimo de lucro, reconocida en los ámbitos nacional, comunitario e internacional, dedicada al desarrollo de la normalización y certificación (N+C) en todos los sectores industriales y de servicios.

9. Enac (Entidad Nacional de Acreditación): es una asociación sin ánimo de lucro y declarada como el único organismo dotado de potestad pública para otorgar acreditaciones.

6. Las grandes empresas obligadas a realizar auditorías energéticas deberán conservar la última auditoría energética en vigor y ponerla a disposición de las autoridades competentes que así la soliciten para su inspección o cualquier otro requerimiento.
7. Las empresas obligadas serán responsables de actualizar la información contenida en sus auditorías, conforme a las condiciones que establezca el Ministerio de Industria, Energía y Turismo, para proceder a la actualización de la información contenida en el Registro Administrativo de empresas obligadas a realizar auditorías energéticas.
8. Las auditorías energéticas no contendrán cláusulas que impidan transmitir las conclusiones de la auditoría a los proveedores de servicios energéticos cualificados o acreditados, a condición de que el cliente no se oponga, y en todo caso, respetando la confidencialidad de la información.

#### **6.1.1. Auditoría Energética (AE) frente al Sistema de Gestión Energética (SGE)**

Antes de realizar la comparativa entre una AE y un SGE, se va a definir el concepto de SGE.

Un Sistema de Gestión Energética forma parte del sistema de gestión de una empresa, el cual se ocupa exclusivamente en desarrollar y establecer la política energética de la compañía. También es de su competencia la gestión de los elementos en cuanto a sus actividades, productos o servicios que interactúan con el uso de la energía, resumiendo, los aspectos energéticos.

Los Sistemas de Gestión Energética se rigen mediante la norma UNE-EN ISO 50001:2011, donde se establecen los requisitos que éstos deben poseer, con el propósito de realizar mejoras continuas y sistemáticas del rendimiento energético de las empresas.

La certificación por parte de las organizaciones de un SGE asegura el control y seguimiento sistemático en cuanto a los aspectos energéticos y la mejora continua del desempeño energético de éstas. Este sistema contribuye a que la energía se use de forma más eficiente y sostenible, de manera que se conceda mayor confianza al sistema de gestión.

En la transposición de la DEE en la que se establece la obligación del cumplimiento a grandes empresas, No Pymes, de una AE y/o un SGE mediante la certificación ISO 50001 antes del 05/12/2015, se diferencian en diversos aspectos:

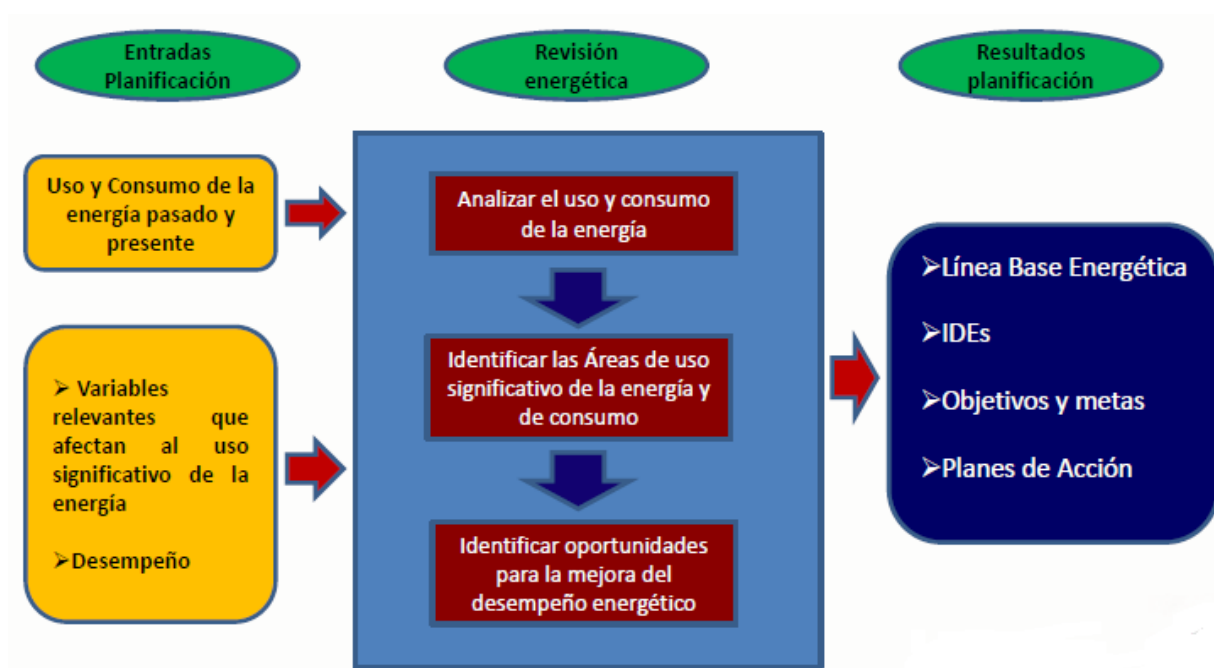
	AUDITORÍA ENERGÉTICA	SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA
<b>PLANTEAMIENTO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Revisión puntual, cada 4 años.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Sistemático, implantación de un sistema de gestión energética real en toda la organización. Mejora continua.</li> </ul>
<b>OPERACIONES DE MEJORA</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– No obligatoria, decisión exclusivamente de la empresa según sus intereses.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Implantación ordenada basada en criterios técnicos y económicos. Autofinanciación. Mantenimiento del sistema.</li> </ul>
<b>NORMAS</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Norma UNE 216501</li> <li>– Colección de normas UNE 16247</li> <li>– ISO 50002</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– ISO 50001</li> </ul>

**Tabla 9:** Auditoría Energética VS Sistema de Gestión Energética. Fuente: Elaboración propia.

Desde el Ministerio de Industria, Energía y Turismo se considera que en España el 20% de las instalaciones de las grandes empresas dentro de los sectores industriales, construcción y comercio, y el 10% en el resto de servicios, disponen de sistemas de gestión energética certificado por un organismo independiente o que disponen de la ISO 50001, por lo que éstos quedarían exentos de la obligación de realizar la citada auditoría energética.

En los principales países de Europa (Francia, Alemania, Italia,...) la certificación de SGE también exime de la realización de la Auditoría Energética.

### Fases de la planificación energética de la Norma ISO 50001



**Figura 14:** Fases de la planificación energética. Fuente: AENOR

## Revisión Energética

Identificar las áreas de uso significativo de la energía:

- 1) Las instalaciones, equipamiento, sistemas, procesos y personal.
- 2) Identificar otras variables relevantes que afectan al uso.
- 3) Determinar el desempeño energético actual de las instalaciones, equipamiento, sistemas y procesos.
- 4) Estimar el uso y consumo futuros de energía.

1) Estado de las instalaciones a través de:

- Los libros y/o registros de mantenimiento de las instalaciones (reglamentarias y no reglamentarias) y antigüedad de los equipos así como su estado de mantenimiento.
- Posibilidad de sectorización a través del análisis de esquemas unifilares y cuadros de control eléctrico.
- Seguimiento del estado de los equipos. Ej: rendimiento de calderas (cálculos entálpicos), ajuste de rendimiento de bombas a curva característica, análisis de vibraciones, cavitación en bombas, estado de los equipos mediante análisis por termografías...
- Parámetros de gestión de la demanda: Potencia activa, potencia reactiva, potencia aparente, intensidad,  $\cos \Phi$ , periodos de consumo.

2) Identificar otras variables relevantes:

- Régimen de producción-demanda (estacionalidad – horas de funcionamiento), climatológicos, variedad en las materias primas, variabilidad en las fuentes de energía.

3) Determinar el desempeño energético actual:

- Depende del grado de detalle de las medidas, en instalaciones, equipos, sistemas y procesos. Por ejemplo: Descarga | Almacenamiento de GNL – Bombeo primario. | tratamiento Boil off | Relicador – Bombeo secundario | Vaporización- captación de agua de mar | Edificios, generación frío, generación calor, SAI-CPD... | Auxiliares (Sistema de aire a presión, grupos electrógenos, sistema de protección contra incendios).

4) Estimar el uso y consumo futuros: Punto de partida para determinar la línea base.

## **Identificar, priorizar y registrar oportunidades para mejorar el desempeño energético.**

Las oportunidades están relacionadas con fuentes potenciales de energía, la utilización de energía renovable u otras fuentes de energía alternativas tales como la energía perdida.

Con los datos obtenidos en la **revisión energética**, concretamente los referidos a los usos y consumos significativos, así como al estado de las instalaciones, surgirán ocasiones para mejorar el desempeño energético de la instalación.

Estas oportunidades se proyectarán con el objetivo de mejorar el uso, el consumo y la eficiencia energética.

## **Objetivos, metas y planes de acción.**

Valorando los resultados de la **revisión energética**, con las oportunidades de mejora debidamente priorizadas, así como también los datos derivados del análisis del **desempeño energético**, se establecen los objetivos de mejora.

## **Seguimiento y medición. Verificación.**

La información derivada de esta actividad de control, junto con la información originada por las mediciones asociadas, constituyen el conjunto de registros específicamente energéticos, que mediante su análisis permite justificar objetivos de mejora en los procesos, tales como la instalación de nuevos equipos que mejoren la eficiencia energética o el desarrollo de prácticas de trabajo más eficientes desde el punto de vista energético. Finalmente se deberá definir e implementar un plan de medida.

## **pDR. Artículo 4. Auditores energéticos.**

Las auditorías energéticas deberán realizarlas auditores energéticos debidamente cualificados, tal y como se establece en el capítulo III del Proyecto de Real Decreto.

En el proceso de una auditoría energética en campo, los auditores podrán contar con la colaboración de auditores energéticos ayudantes para realizar las diversas funciones como toma de datos, empleo de herramientas y programas informáticos, definición de medidas de mejora de la eficiencia energética, como también para gestionar los correspondientes trámites administrativos.

La auditoría energética de una empresa podrá ser realizada **por los propios técnicos pertenecientes a la misma**, siempre y cuando estén habilitados y debidamente cualificados, y que no estén directamente implicados en las actividades auditadas.

Lo que aporta una mayor independencia a las empresas.



**pDR. Artículo 5.** Inspección de la realización de las auditorías.

La administración competente en materia de eficiencia energética realizará, establecerá y aplicará un sistema de inspección independiente, con lo que podrá realizar cuantas inspecciones considere oportunas con el objetivo de vigilar el cumplimiento de la obligación de realización de auditorías energéticas en aquellas empresas que estén obligadas por el presente real decreto, así como para garantizar y comprobar su calidad.

La inspección por parte de la administración se realizará sobre una selección al azar de una parte significativa de las auditorías energéticas realizadas en cada periodo de cuatro años.

La inspección se realizará por personal facultativo de la Administración competente o, cuando ésta así lo determine, podrá ser realizada por organismos o entidades de control habilitados para este campo específico, técnicos independientes cualificados o acreditados para realizar este tipo de funciones o bien por otras entidades en las que la Administración encomiende esta función.

La administración competente de cada Comunidad Autónoma, informará de forma anual del número de inspecciones realizadas en las empresas pertinentes y del resultado de éstas al Ministerio de Industria, Energía y Turismo.

La inspección tendrá como objetivo verificar que se ha realizado la auditoría energética y comprobar si ésta cumple con los requisitos de alcance y calidad mínimos establecidos en el artículo 3.

**pDR. Artículo 6.** Registro Administrativo de Auditorías Energéticas.

En el Registro Administrativo de Auditorías Energéticas del Ministerio de Industria, Energía y Turismo se deberán registrar las auditorías llevadas a cabo en aquellas grandes empresas sujetas al ámbito de aplicación de acuerdo a lo mencionado en el artículo 2 del pRD, como también las realizadas de manera voluntaria, comunicadas por el resto de empresas.

El Registro contendrá la información necesaria que permita identificar de forma rápida y concisa las empresas obligadas a la realización de las auditorías energéticas, con el fin de facilitar a la Administración competente la realización en regla de la inspección definida en el artículo 5 del pRD, los resultados de la inspección, y otra información que se considere necesaria. Este registro, en ningún caso incluirá, los resultados de las auditorías realizadas.

Tanto las empresas obligadas a la realización de las auditorías energéticas, como las empresas que las realicen de forma voluntaria y resto de empresas, deberán comunicar a la Administración competente en materia de eficiencia energética de su Comunidad Autónoma donde se encuentran las instalaciones que han sido objetivo de la auditoría.

## **pDR. Capítulo IV, Fomento de la eficiencia energética en la producción y uso del calor y del frío.**

**pDR. Artículo 13.** Promoción de la eficiencia energética en la producción y uso del calor y del frío.

1. Antes del 31 de diciembre de 2015, el Ministerio de Industria, Energía y Turismo, realizará una evaluación completa del potencial de uso de la cogeneración de alta eficiencia, notificando ésta a la comisión Europea. Dicha evaluación contendrá la información indicada en el anexo V del presente TFG.  
La evaluación tendrá en cuenta los análisis de los potenciales nacionales para la cogeneración de alta eficiencia realizados de acuerdo a la Directiva 2004/8/CE. La evaluación se deberá actualizar y notificar cada cinco años.
2. Las políticas que promuevan el análisis a escala local y regional del potencial de uso de sistemas de calefacción y refrigeración eficientes que utilicen cogeneración de alta eficiencia serán impulsadas y adoptadas. Se valorarán las posibilidades de impulsar mercados de calor locales y regionales.
3. A efectos de la evaluación indicada en el apartado 1, se procederá a realizar un análisis de costes y beneficios que abarque el territorio español en su totalidad, teniendo en cuenta las condiciones climáticas, la viabilidad económica y la capacidad técnica.

Este análisis deberá permitir la determinación de las soluciones más eficientes en relación con los recursos y las más rentables en relación con los costes, para responder a las necesidades de calefacción y refrigeración de forma óptima.

4. En los diferentes casos en los que la evaluación descrita en el apartado 1 y el análisis de costes y beneficios del apartado 3 determinen la existencia de potencial para aplicar cogeneración de alta eficiencia, se adoptarán las medidas oportunas para posibilitar el desarrollo de una cogeneración de alta eficiencia y el uso de la calefacción y la refrigeración procedentes de calor residual y de fuentes de energía.

En el resto de casos en que la evaluación y el análisis no determinen la existencia de un potencial cuyas ventajas sean superiores a su coste, teniendo en cuenta los costes administrativos de la realización del análisis de costes y beneficios descrito en el siguiente apartado 5, se podrá eximir a las instalaciones de la realización de dicho análisis.

5. Se deberá efectuar un análisis de costes y beneficios, de acuerdo al anexo IV, del pRD, anexo no incluido en este documento:
  - a. *Se proyecta una instalación industrial cuya potencia térmica total sea superior a 20 MW y que genera calor residual en un nivel de temperatura útil, o se lleve a cabo una renovación sustancial de dicho tipo de instalación con el objetivo de evaluar los costes y los beneficios de la utilización del calor residual para*

*satisfacer una demanda justificada desde el punto de vista económico, inclusive mediante la cogeneración.*

- b. Se proyecta la construcción de una nueva instalación de producción de energía cuya potencia térmica total supere los 20 MW en una red urbana ya existente de calefacción o refrigeración, o vaya a renovarse sustancialmente dicha instalación, con el fin de evaluar los costes y los beneficios de la utilización del calor residual procedente de instalaciones industriales cercanas.*

No se considerará renovación la instalación de equipos para la captura de dióxido de carbono producido en instalaciones de combustión para su posterior almacenamiento geológico, tal como se contempla en la disposición adicional segunda de la Ley 40/2010, de 29 de diciembre, de almacenamiento geológico de dióxido de carbono.

### **6.1.2. FONDO NACIONAL DE EFICIENCIA ENERGETICA**

El Fondo Nacional de Eficiencia Energética fue creado conforme a lo establecido en la Ley 18/2014 del 15 de Octubre, de aprobación de medidas urgentes para el crecimiento, la competitividad y la eficiencia y en la Orden IET/289/2015, de 20 de febrero por la que se establecen las obligaciones de aportación al Fondo Nacional de Eficiencia Energética en el año 2015.

Dicho Fondo, creado sin personalidad jurídica propia, posibilitará la puesta en marcha de mecanismos de apoyo económico y financiero, asistencia técnica, formación e información y diferentes medidas que permitirán aumentar la eficiencia energética en los diferentes sectores y ayudar a conseguir el objetivo de ahorro establecido.

El Fondo Nacional de Eficiencia Energética está financiado a partir: de los Fondos Comunitarios FEDER, de los Presupuestos Generales del Estado 2015, de las aportaciones de los sujetos obligados<sup>10</sup> por el sistema nacional de obligaciones en concepto de cumplimiento o liquidación de sus obligaciones y por cualquier otro recurso destinado a financiar actuaciones de ahorro y eficiencia energética.

Para hacer efectivo el cumplimiento de las obligaciones anuales de ahorro energético, los sujetos obligados deberán realizar una contribución financiera anual al Fondo Nacional de Eficiencia Energética, por el importe resultante de multiplicar su obligación de ahorro anual por la equivalencia financiera correspondiente.

Los sujetos obligados a realizar la contribución financiera anual, deben hacerlo en tres pagos a lo largo del año 2015 (antes del 28 de febrero, del 30 de abril y del 30 de junio).

---

<sup>10</sup> Sujetos obligados: Corresponden con empresas comercializadoras de gas y electricidad, con operadores de productos petrolíferos al por mayor y con operadores de gases licuados de petróleo al por mayor.

### 6.1.3. SUBVENCIONES EN ESPAÑA. CERTIFICACIONES ISO 50001.

En España el presupuesto habilitado por el MINETUR es de 168 millones de euros, los cuales se destinarán para llevar a cabo cuatro planes diferentes de actuación:

- Rehabilitación energética de edificios. 75 M€
- Transporte. 8 M€
- PYME y gran empresa del sector industrial. 49 M€
- Alumbrado exterior municipal. 36 M€

Los programas aprobados de financiación y ayuda directa se engloban dentro del marco del Plan Nacional de Acción de Eficiencia Energética 2014-2020. Éstos posibilitarán a España el cumplimiento de los objetivos de ahorro derivados de la Directiva 2012/27/UE, además que supondrán un estímulo importante para el empleo y las inversiones.

Dichos programas permitirán generar unos ahorros de 131 ktep/año (1.523 GWh/año), lo que supone un ahorro equivalente al consumo anual de más de 150.000 familias, evitando así la emisión anual a la atmósfera de 440.000 toneladas de CO<sub>2</sub>.

Éstos, serán financiados con presupuestos provenientes del Fondo Nacional de Eficiencia Energética y de los Presupuestos Generales del Estado 2015.

En el programa de ayudas del Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) 2015, organismo que gestionará las ayudas directas y de apoyo a la financiación, uno de los requisitos para la eficiencia energética será el cumplir con la norma UNE-EN ISO50001.

#### 6.1.3.1 Plan para PYME y gran empresa del sector industrial.

Programa de ayudas dirigido a la Pequeña y Mediana Empresa (PYME) y grandes empresas del sector industrial, para facilitar la adopción de medidas de ahorro energético e implementar sistemas de gestión energética (SGE). Serán aceptadas todas aquellas actuaciones que conduzcan a una mejora de la eficiencia energética mediante la sustitución de tecnologías y procesos o la implantación de sistemas de gestión energética.

El programa de ayudas trata de facilitar e impulsar la implantación de medidas de ahorro reduciendo el consumo de energía en los procesos industriales a través de la eficiencia energética. Las medidas podrán ser propuestas por las auditorías energéticas realizadas o detectadas por la empresa en cuestión. De esta manera se da continuidad a la obligación de realizar una auditoría energética antes del 5 de diciembre de 2015, y cada cuatro años como mínimo a partir de la fecha de su realización, como dicta la Directiva 2012/27/UE a través del artículo 8.

Como ya se indicó en el artículo 8 de la DEE, las empresas que tengan implantando un sistema de gestión energética, certificado por un organismo independiente de acuerdo a las normas europeas o internacionales, quedarán exentas de la obligación de realizar una auditoría energética periódicamente.

El programa constará con un total de 49.016.421 euros como presupuesto máximo. La financiación de este programa en concreto provendrá del Fondo Nacional de Eficiencia Energética.

Las ayudas concedidas a través de dicho Programa, se incluirán en la modalidad de entrega dineraria sin contraprestación, con una cuantía límite del 30% de la inversión elegible correspondiente y un importe máximo de inversión elegible por cada solicitud de 4.000.000 €. Las medidas que se lleven a cabo bajo el amparo de dicha ayuda, se podrán catalogar en las siguientes tipologías:

- Mejora de la tecnología en equipos y procesos industriales:  
Dedicada a actuaciones con una inversión elegible mínima de 75.000 €.
- Implantación de sistemas de gestión energética:  
Dedicada para actuaciones con una inversión elegible mínima de 30.000 €.

Estas ayudas podrán ser compatibles con las ayudas constituidas en la Orden IET/273/2015, del 13 de febrero, con las cuales se convoca la concesión de apoyo financiero a la inversión industrial en el contexto de la política pública de fomento a la competitividad industrial en el año 2015.

## 7. HOJA DE RUTA DE LA DEE Y EL PRD

Se realiza esta hoja de ruta en forma de flujograma para el esclarecimiento, resumen y esquematización de la Directiva 2012/27/UE junto con el proyecto de Real Decreto que transpone la misma al ordenamiento jurídico español. La hoja de ruta se ha realizado con un software específico propio de Microsoft, llamado Visio, concretamente con la versión del año 2013. Añadir que no se ha tenido en cuenta el coste de la licencia en los presupuestos del TFG ya que se ha realizado con una versión de pruebas que ofrece Microsoft, a cualquier usuario que lo descargue, durante un tiempo improrrogable de 2 meses. Una licencia oficial de Visio Profesional 2013 tiene un coste de 739 € con IVA.

La hoja de ruta se ha diseñado con el fin de clarificar a las empresas españolas, qué derechos pueden ejercer y qué obligaciones deben cumplir de acuerdo a lo promulgado en la Directiva y su correspondiente Real Decreto.

La hoja de ruta consta de 11 diapositivas donde se exponen de forma lineal los puntos más importantes la DEE y el pRD. Mediante hipervínculos se conectan las diferentes hojas del flujograma, pudiéndose avanzar o retroceder según corresponda con las condiciones de cada empresa.

A continuación se va a mostrar la hoja de ruta lineal mediante pantallazos. La única manera de poder navegar a través de los hipervínculos es con el archivo en formato .pdf o el propio formato de visio, .vsdx, con lo que en un documento Word no es posible reproducir las interconexiones, no obstante van a ser explicadas y detalladas a continuación.

En primer lugar se plasma el objetivo principal de la DEE, con hipervínculos sobre los tres temas principales que competen a los Estados Miembros de la Unión Europea y las empresas, de esta forma se navegaría por cada tema, llegando al detalle de cada uno.

## DIRECTIVA 2012/27/UE DE EFICIENCIA ENERGÉTICA



### OBJETIVO

La Directiva (DEE) nace con la intención de alcanzar y lograr el objetivo propuesto en el marco Europeo 20/20/20. Con esta Directiva no sólo se pretende reforzar el objetivo 20-20-20, sino también favorecer que las nuevas mejoras de eficiencia energética vayan más allá del 2020.

¿Qué modifica?

¿A qué se comprometen los Estados Miembros?

¿Qué plazos tienen los Estados Miembros y que deben presentar antes de esos plazos?

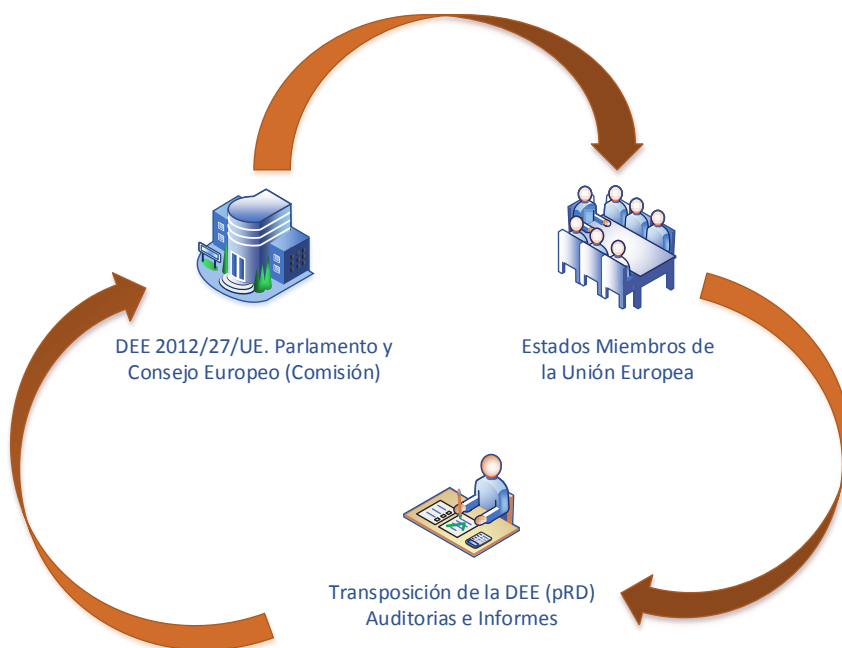


Figura 15: Objetivo Directiva 2012/27/UE. Fuente: Elaboración propia.



## ¿Qué modifica?

La DEE va a modificar y repercutir en las políticas de eficiencia energética de todos los Estados Miembros. Los cambios más significativos de ésta son:

- Modifica la Directiva 2009/12/125/CE sobre requisitos de diseño ecológico que se aplica a productos relacionados con la energía.
- Modifica la Directiva 2010/30/UE referente a la clasificación de productos vinculados con la energía.
- Anula la Directiva 2004/8/CE relacionada con la promoción de la cogeneración.
- Anula la Directiva 2006/32/CE relativa a la eficiencia en el uso de la energía y los servicios energéticos.
- Complementa a la Directiva 2010/31/UE que hace referencia a la función ejemplarizante de los organismos públicos para implantar la eficiencia energética en los edificios y electrodomésticos, la industria y la necesidad de facilitar al consumidor final la gestión de su propio consumo de energía.

Figura 16: Principales modificaciones de la DEE. Fuente: Elaboración propia

## ¿A qué se comprometen los Estados Miembros? (Artículo 3, DEE)

Elementos a tener en cuenta por los Estados miembros para la fijación de los objetivos:

1. La UE no deberá tener un consumo de energía superior a 1474 Mtep de energía primaria ó a 1078 Mtep de energía final en 2020.
2. Las medidas previstas en la presente directiva.
3. Las medidas adoptadas para lograr los objetivos nacionales de ahorro de energía en referencia al artículo 4, apartado 1 aprobado en la Directiva 2006/32/CE.
4. El resto de medidas orientadas al fomento de la eficiencia energética sobre los Estados miembros y la UE.

Los Estados miembros también deberán contemplar las diferentes circunstancias nacionales que afecten al consumo de energía primaria, tales como:

1. El ahorro de la energía restante en los diferentes procesos industriales.
2. La evolución y previsión del PIB.
3. Los cambios que se den en las importaciones y exportaciones de la energía.
4. El conjunto de progresos que se den en todas las fuentes de energía renovable, la energía nuclear, la captura y almacenamiento de emisiones de carbono.
5. La actuación temprana en los distintos sectores.

Figura 17: Compromiso de los Estados Miembros con la DEE. Fuente: Elaboración propia

## ¿Qué plazos tienen los Estados Miembros y que deben presentar antes de esos plazos? (Artículos 8, 15 y 24)

- **Referente al artículo 8: Auditorías energéticas y sistemas de gestión energética.**

Antes del 5 de Diciembre de 2015 y como mínimo cada 4 años a partir de la fecha de la auditoria energética anterior, los Estados Miembros velarán para que las empresas que **no sean PYMES** se sometan a una auditoria energética realizada de manera independiente.

Pudiendo eximirse de dicho cumplimiento aquellas empresas no sean PYMES y que **apliquen un sistema de gestión energética** (SGE).

- **Referente al artículo 15: Transformación, transporte y distribución de energía en base a la cogeneración.**

Antes del 30 de Junio de 2015, los Estados Miembros se asegurarán de que:

- Se ejecuta una evaluación del potencial de eficiencia energética en las infraestructuras de gas y electricidad.
- Se determinan medidas e inversiones para la introducción de mejoras eficaces en eficiencia energética en la estructura de la red.

- **Referente al artículo 24: Revisión y control de la aplicación. Dentro del ámbito de la Cogeneración.**

- Antes del 30 de Abril de cada año a partir del 2013, los Estados Miembros informarán sobre los **progresos alcanzados** en relación con los objetivos nacionales de eficiencia energética.

- Antes del 30 de abril de 2014, y a continuación cada tres años, los Estados Miembros deberán presentar **nuevos planes** nacionales de acción para la eficiencia energética.

- Antes del 30 de abril de cada año, los Estados Miembros se comprometerán a presentar ante la Comisión los informes de la **producción total nacional de electricidad** y calor a partir de cogeneración de alta y baja eficiencia.

- Antes del 30 de abril de cada año, los Estados Miembros estarán obligados a presentar informes anuales a cerca de **la capacidad de cogeneración** de calor y electricidad, la producción y la capacidad de producción de calefacción y refrigeración urbanas en referencia a la producción y capacidad total de generación de calor y electricidad.

**Figura 18:** Plazos establecidos por la Comisión Europea para el cumplimiento de la DEE por los Estados Miembros. Fuente: Elaboración propia

En segundo lugar se detalla la transposición de la Directiva a través del proyecto Real Decreto. Lo definido en estos puntos es competencia directa de las Comunidades Autónomas y las empresas españolas, diferenciándose éstas últimas en dos grupos bien definidos, las pymes y las no pymes.

También se profundiza en la definición de las auditorías energéticas y los sistemas de gestión de energía (SGE).

En esta primera imagen (Figura 19), se encontraría un hipervínculo en el apartado de la izquierda, que conduce a la siguiente diapositiva de las auditorías energéticas.

### ¿QUÉ OCURRE EN ESPAÑA?

El estado español como miembro de la Unión Europea está obligado a realizar la transposición de la Directiva 2012/27/UE a su propio ordenamiento jurídico a través de la elaboración de un Real Decreto de ley.

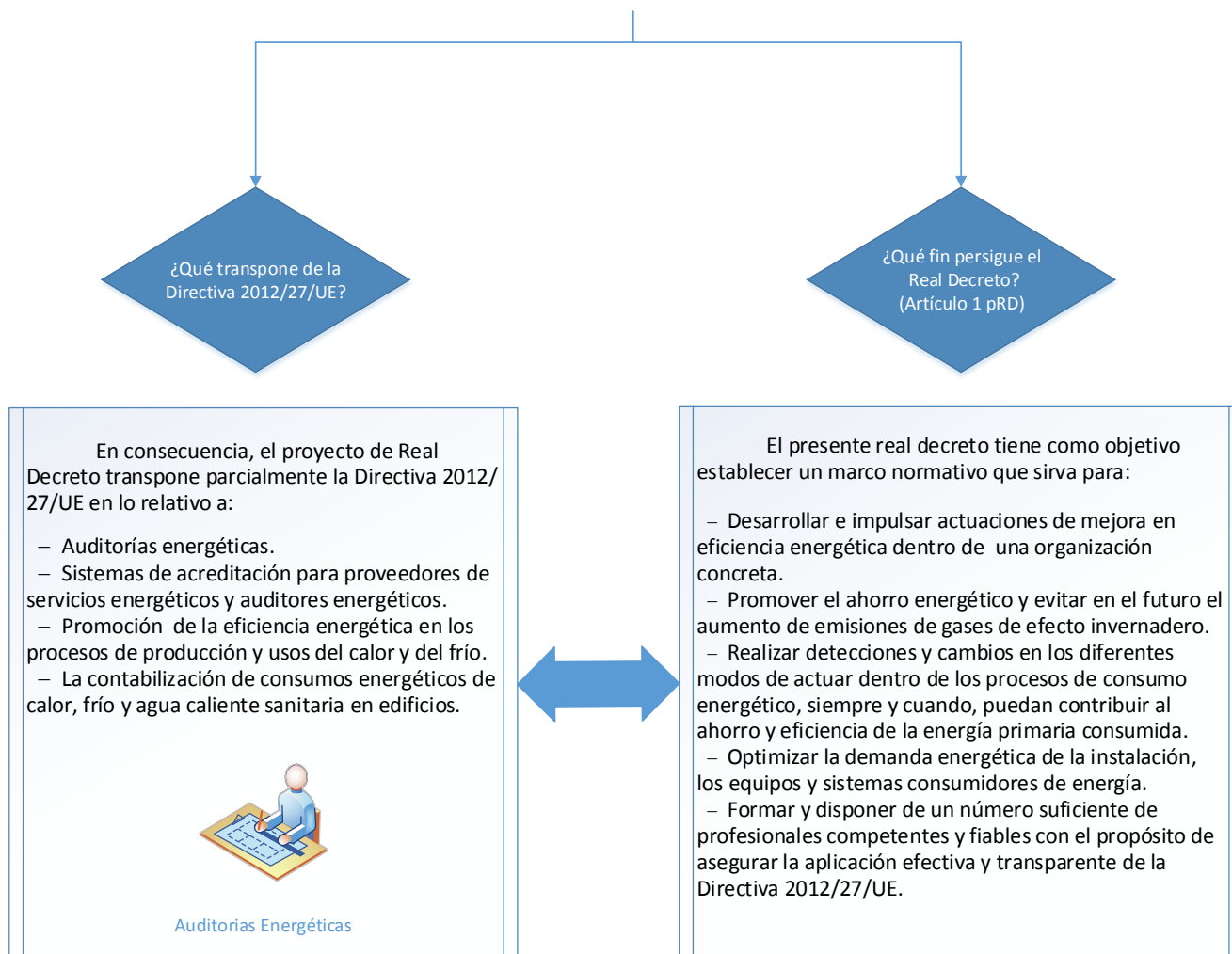


Figura 19: Proyecto Real Decreto de ley, por el que se transpone la directiva: Fuente: Elaboración propia

## LAS AUDITORIAS ENERGÉTICAS:

Las auditorías permiten detectar operaciones dentro de los procesos industriales que pueden contribuir al ahorro y la eficiencia de la energía primaria consumida, así como operaciones para optimizar la demanda energética de la instalación.

También se centran en la revisión del uso y la diversificación de las fuentes de energía que consume la planta, contemplando el cambio de combustible en algunos procesos para su optimización.

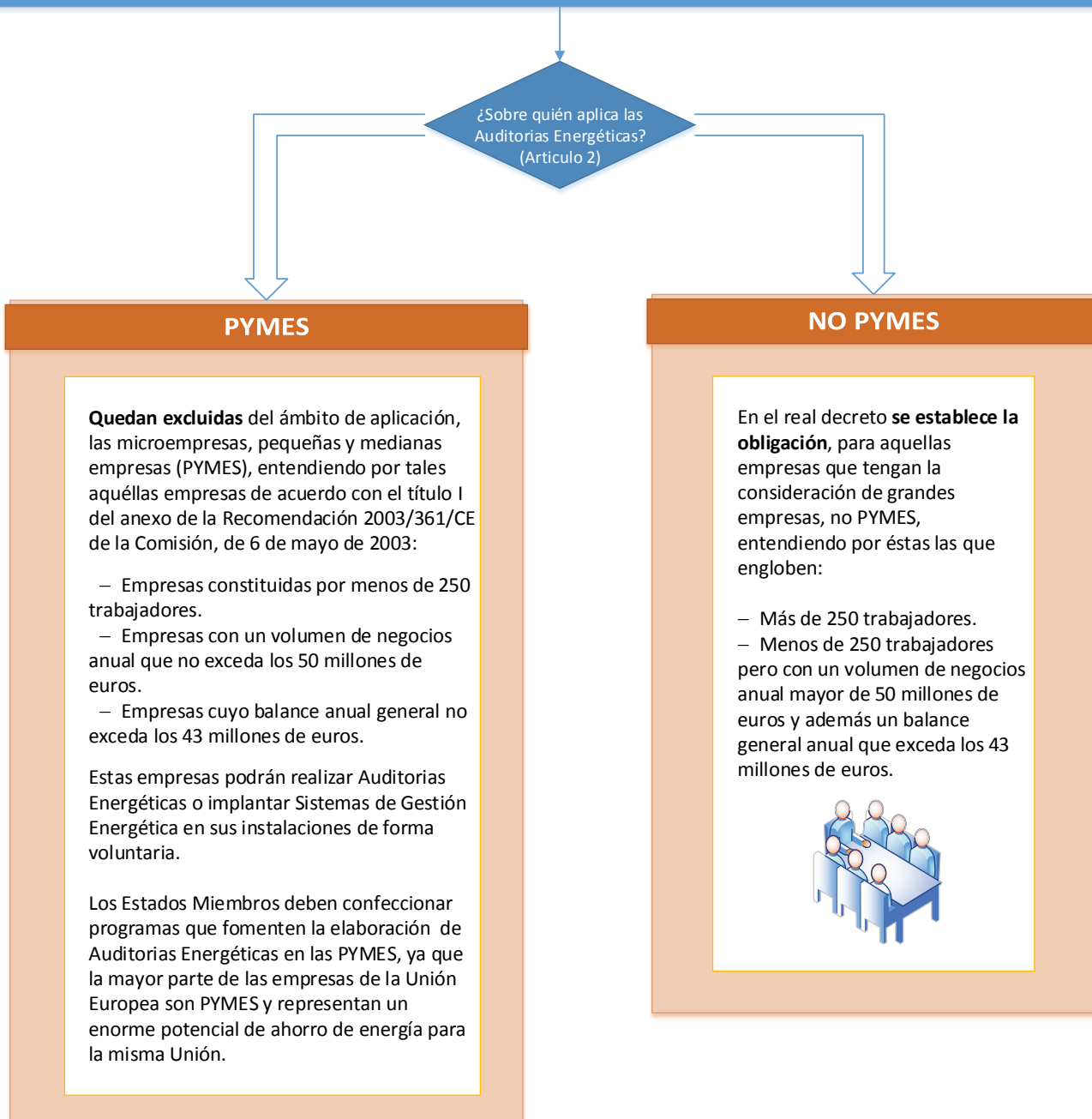


Figura 20: Modelo de aplicación de auditorías energéticas. Fuente: Elaboración propia

Directamente después de la clasificación entre pyme y no pyme, se pasa a detallar las No pyme, pues son las únicas que tienen obligación por el pRD de realizar auditorías energéticas, si no tienen implantado un SGE en sus sistemas.

### NO PYMES (Artículo 3 pRD)

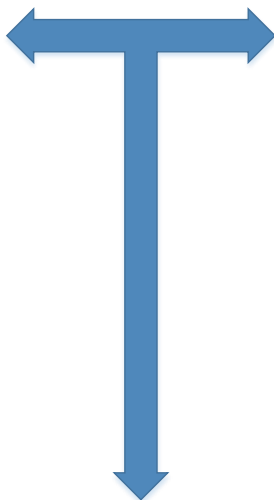
Las grandes empresa, No pymes, incluidas en el ámbito de aplicación del anterior artículo 2, deben someterse a una auditoría energética antes del 5 de diciembre de 2015, y posteriormente realizar una auditoría como mínimo cada cuatro años, a partir de la fecha de la auditoría energética anterior

Como justificante del cumplimiento de la obligación anteriormente indicada, las empresas pertinentes podrán usar una o las dos alternativas siguientes:

**1)** Realizar una auditoría energética que cumpla las directrices mínimas que se indican en el apartado 3 del artículo 3 del proyecto Real Decreto. La verificación de estas auditorías energéticas será realizada por la empresa Aenor.

La auditoría energética de una empresa podrá ser llevada a cabo, o no, por los propios técnicos pertenecientes a la misma, siempre y cuando estén habilitados y debidamente **cualificados**, y que no estén directamente implicados en las actividades auditadas.

**2)** Aplicar un sistema de gestión energética (SGE) o ambiental, certificado por un organismo independiente de acuerdo a las normas europeas o internacionales, siempre que el sistema de gestión incluya una auditoría energética llevada a cabo conforme a las pautas que se indican en el apartado 3 del artículo 3 del proyecto Real Decreto. Dicha certificación de sistemas de gestión energética será ejecutada por Aenor, única entidad acreditada por la Enac.

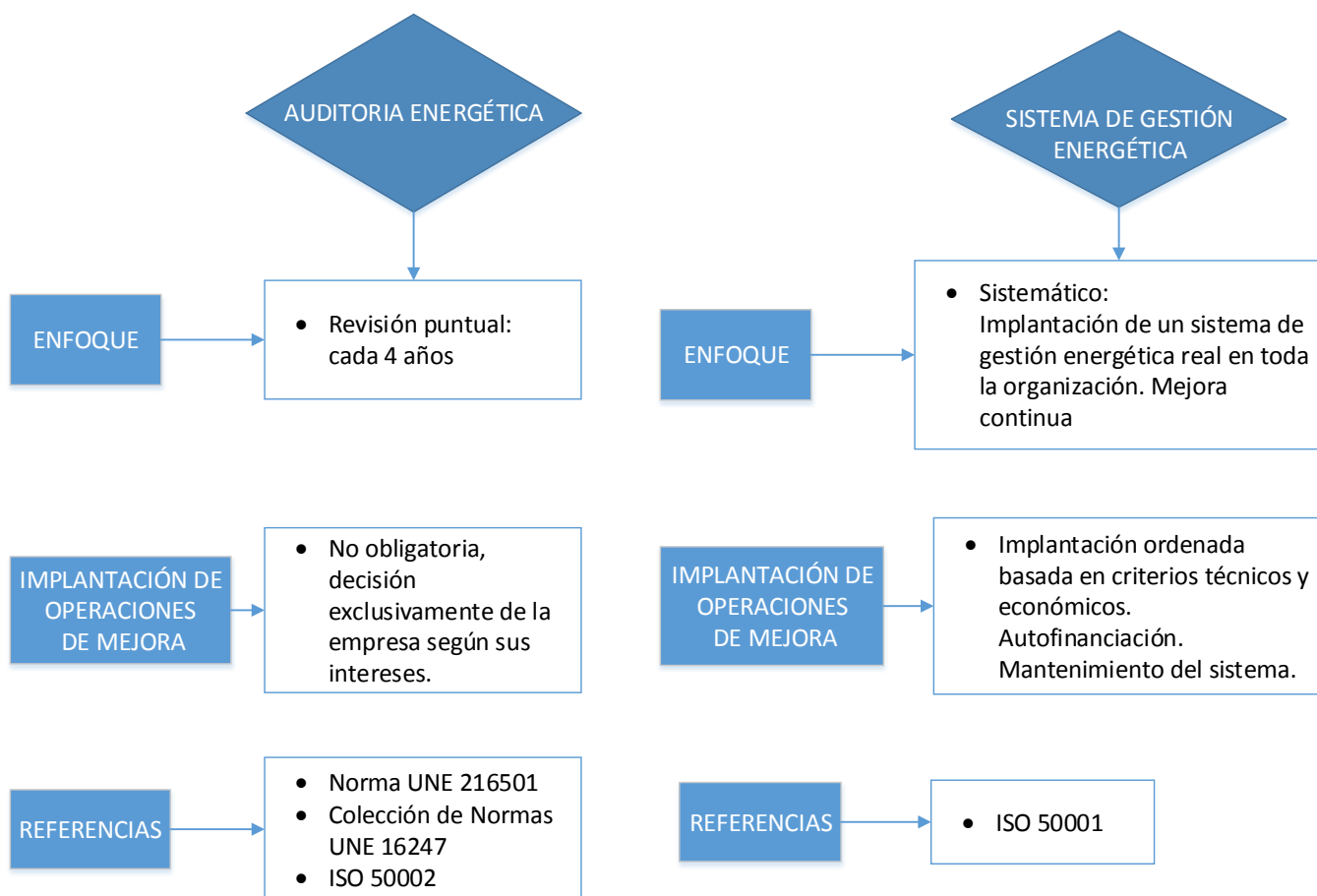


¿Qué diferencia existe entre realizar una Auditoría Energética o implantar un Sistema de Gestión Energética?

**Figura 21:** Obligaciones de aplicación del pRD para NO PYMES. Fuente: Elaboración propia

A continuación se realiza una comparativa técnica entre una auditoría y un SGE, con las características que componen cada uno, pasando a las siguientes dos diapositivas que muestran los diferentes procesos de los que están compuestos y su funcionamiento.

## AUDITORIAS ENERGÉTICAS VS SISTEMA DE GESTIÓN ENERGÉTICA



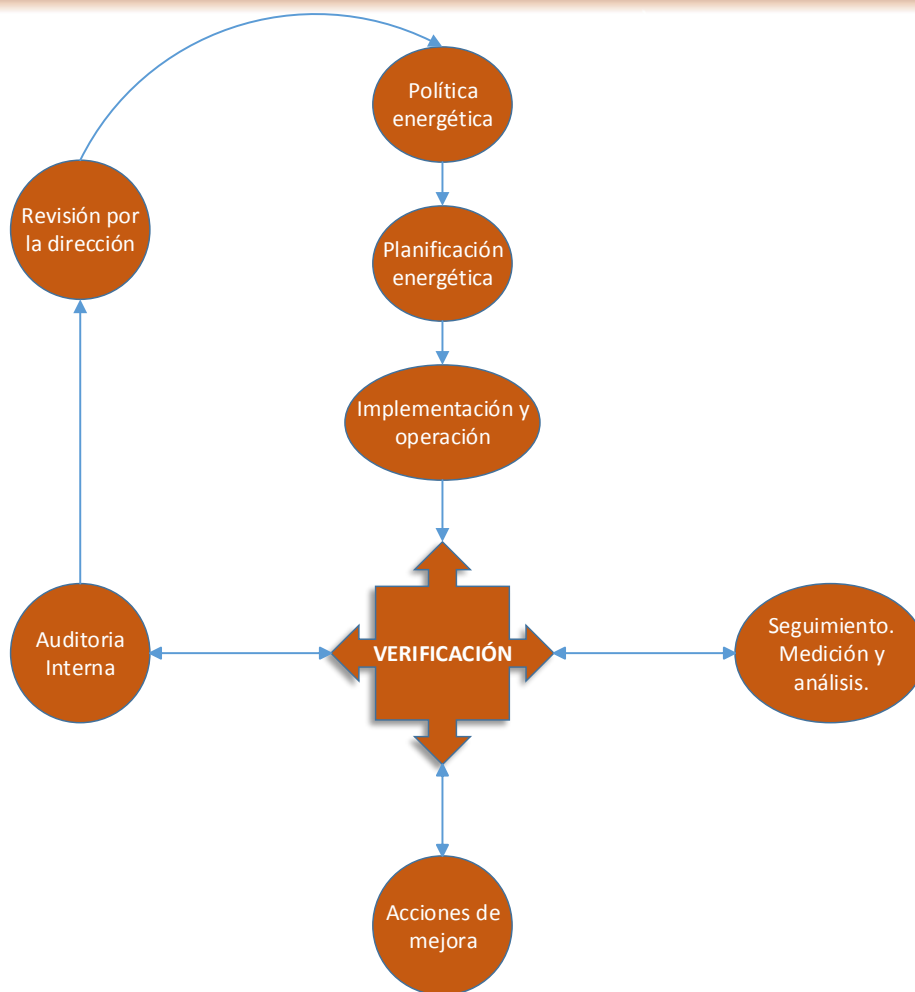
**Figura 22:** Modelo de Auditoria Energética frente Sistema de Gestión Energética. Fuente: Elaboración propia.



**Figura 23:** Fases para la implementación de una Auditoría Energética. Fuente: Elaboración propia.



PROCESO RADIAL DE UN SISTEMA DE GESTION ENERGÉTICA, NORMA ISO 50001



**Figura 24:** Fases para la implementación de un Sistema de Gestión Energética. Fuente: Elaboración propia

Finalmente se concluye la hoja de ruta (Figura 25) con la definición del Fondo Nacional de Eficiencia Energética y las subvenciones que España ha puesto en marcha.

## FINANCIACIÓN Y SUBVENCIONES DEL GOBIERNO ESPAÑOL. FONDO NACIONAL DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

### FONDO NACIONAL DE EFICIENCIA ENERGÉTICA

El Fondo Nacional de Eficiencia Energética fue creado conforme a lo establecido en la Ley 18/2014 del 15 de Octubre, con el objetivo de posibilitar la puesta en marcha de mecanismos de apoyo económico y financiero, asistencia técnica, formación e información a las empresas y diferentes medidas que permitirán aumentar la eficiencia energética en los diferentes sectores y ayudar a conseguir el objetivo de ahorro establecido por la Unión Europea.

El Fondo Nacional de Eficiencia Energética está financiado a partir: de los Fondos Comunitarios FEDER, de los Presupuestos Generales del Estado 2015, de las aportaciones de los sujetos obligados y por cualquier otro recurso destinado a financiar actuaciones de ahorro y eficiencia energética.

### SUBVENCIONES NACIONALES

En España el presupuesto habilitado por el MINETUR es de 168 millones de euros, los cuales se destinarán para llevar a cabo cuatro planes diferentes de actuación:

- Rehabilitación energética de edificios. 75 M€
- Transporte. 8 M€
- PYME y gran empresa del sector industrial. 49 M€
- Alumbrado exterior municipal. 36 M€

Los programas posibilitarán a España el cumplimiento de los objetivos de ahorro derivados de la Directiva 2012/27/UE, además que supondrán un estímulo importante para el empleo y las inversiones en nuestro país.

Éstos serán financiados con presupuestos provenientes del Fondo Nacional de Eficiencia Energética y de los Presupuestos Generales del Estado 2015.

### Plan para PYME y gran empresa del sector industrial

El plan se lleva a cabo para facilitar e impulsar la adopción de medidas de ahorro energético reduciendo el consumo de energía en los procesos industriales a través de la eficiencia energética e implementar sistemas de gestión energética (SGE).

Serán aceptadas todas aquellas **actuaciones que conduzcan a una mejora de la eficiencia energética** mediante la sustitución de tecnologías y procesos o la implantación de sistemas de gestión energética.

Las ayudas concedidas a través de dicho Programa, se incluirán en la modalidad de entrega dineraria sin contraprestación, con un valor límite del 30% de la inversión elegible correspondiente y un importe máximo de inversión elegible por cada solicitud de 4.000.000 €. Las medidas que se lleven a cabo bajo el amparo de dicha ayuda, se podrán catalogar de la siguiente manera:

- Mejora de la tecnología en equipos y procesos industriales:  
Dedicada a actuaciones con una inversión elegible mínima de 75.000 €.
- Implantación de sistemas de gestión energética:  
Dedicada para actuaciones con una inversión elegible mínima de 30.000 €.

**Figura 25:** Fondo Nacional de Eficiencia Energética y plan de Subvención nacional. Fuente: Elaboración propia.

## 8. DEDICACIÓN Y PRESUPUESTO DEL TFG

En este capítulo, se va a estimar el coste de forma aproximada del presente TFG. El presupuesto muestra el tiempo y los medios empleados para la elaboración de la memoria. Dependiendo del recurso empleado, el presupuesto se puede dividir en dos grupos:

- ❖ Recursos humanos: Representa el trabajo del autor del presente TFG en función de las horas dedicadas.
- ❖ Recursos materiales: Incluye las herramientas, instrumentos y equipos necesarios para la elaboración de dicho TFG.

### Recursos Humanos

La dedicación al proyecto por parte del autor ha sido a tiempo parcial, diferenciando entre días laborales y fines de semana entre 2 y 4 horas respectivamente, durante los 5 meses de duración desde la asignación y comienzo del TFG en Mayo de 2015. La repartición viene impuesta por la condición personal del autor, de compatibilizar la realización de este TFG con la de su trabajo a tiempo completo (9 horas/día) durante la realización del mismo.

A continuación se muestra el desglose de horas por actividad en la siguiente tabla.

Actividad realizada	Tiempo (Horas)
Investigación y búsqueda de información	80
Análisis de la DEE y pRD	80
Redacción de la memoria del TFG	180
Elaboración de tablas y gráficos	5
Elaboración de la Hoja de Ruta	35
Realización de la presentación en Power Point	30
<b>Total</b>	<b>410</b>

Tabla 10: Horas empleadas por actividad desempeñada

Extrapolando estos datos recopilados a un proyecto profesional y con una estimación de coste (de acuerdo a los precios estándares actuales del mercado para un ingeniero consultor junior en régimen de autónomo) en torno a 25 euros por hora, se podría afirmar que el coste total de los recursos humanos asciende a:

$$\text{Coste total} = \text{Total horas empleadas} * \text{Coste por hora} = 410 * 25 = 10.250 \text{ €}$$

## Recursos Materiales

Para la realización del presente trabajo ha sido necesario: un ordenador portátil, modelo HP 630, cuyo coste fue de 650 euros con el paquete Office 365 y Sistema Operativo incluido y una conexión a internet de fibra óptica con 50 Mb, cuyo coste mensual es de 42 €.

Se procede a calcular el coste de amortización del equipo como:

$$\text{Coste de amortización ordenador} = \frac{\text{Coste Total}}{\text{Tiempo de amortización}} * \text{Duración del TFG}$$

Estimando un tiempo de amortización de 3 años para el equipo

$$\text{Coste de amortización ordenador} = \frac{650 \text{ €}}{36 \text{ meses}} * 5 \text{ meses} = 90,28 \text{ €}$$

Con el coste de amortización y teniendo en cuenta la duración del TFG de 5 meses, a tiempo parcial para la conexión a internet, se muestra el desglose final de costes. Al cálculo de los costes de realización se ha aplicado un factor de dedicación de recursos puesto que algunos costes son compartidos.

Elemento	Coste (€)	Porcentaje de dedicación (%)	Coste atribuible (€)
Mano de obra	10.250	100	10.250
Ordenador	90,28	100	90,28
Conexión a Internet	210	35	73,5
<b>TOTAL</b>			<b>10.413,78</b>

**Tabla 11:** Coste total del coste de realización del tfg.

El presupuesto total del presente TFG asciende a 10.413,78 euros más IVA.

## 9. CRONOGRAMA DE ACTIVIDADES

En el siguiente capítulo se van a desglosar y representar las diferentes fases de las que se compone el presente proyecto final de carrera, mediante una tabla con las fases y duración de las mismas y un diagrama de Gantt con las semanas específicas, los cuales se muestran en las tablas 10 y 11 respectivamente.

OCUPACIÓN	INICIO	DURACIÓN	FINAL
Investigación y búsqueda de la información. Estructura del TFG	01-May-2015	10 horas en 15 días	15-May-2015
Análisis del Sistema Eléctrico Español.	16-May-2015	20 horas en 15 días	1-Jun-2015
Análisis del Sector Eléctrico en Cifras.	30-May-2015	40 horas en 35 días	3-Jul-2015
Conceptos de Eficiencia Energética y Auditorías.	1-Jul-2015	20 horas en 15 días	15-Jul-2015
Análisis de la Directiva 2012/27/UE y del proyecto Real Decreto	5-Jul-2015	80 horas en 2 meses	5-Sep-2015
Creación Hoja de Ruta de la DEE	25-Ago-2015	30 horas en 21 días	17-Sep-2015
Elaboración de la memoria y la presentación	15-May-2015	210 horas en 5 meses	27-Sep-2015

Tabla 12: Desglose de fases y duración del TFG.

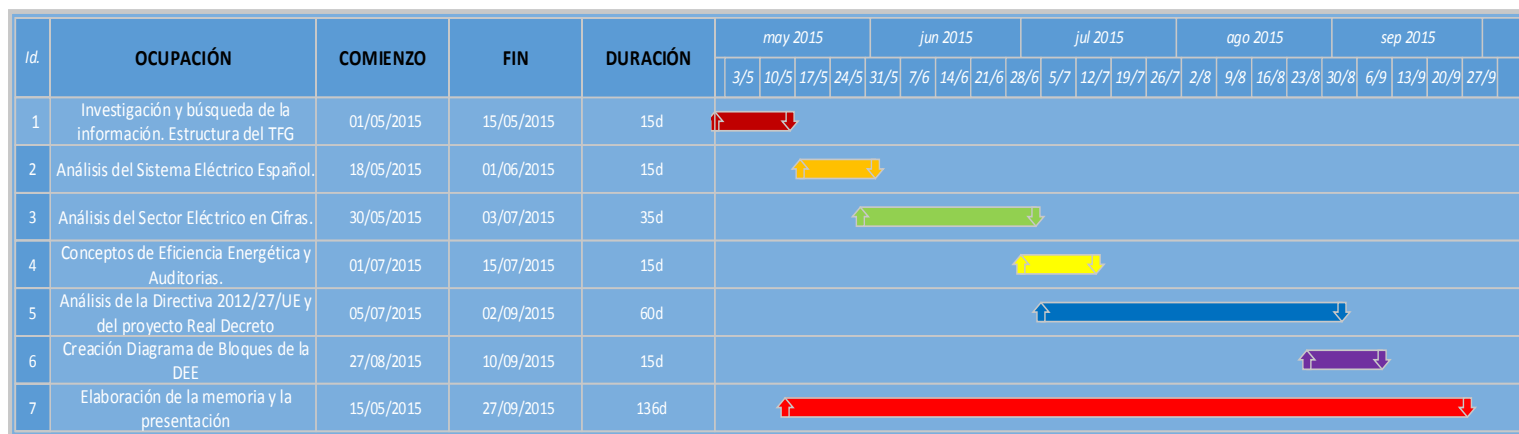


Figura 26: Diagrama de Gantt con el cronograma del proyecto

## 10. CONCLUSIONES

Este apartado se va a dividir en dos partes bien diferenciadas. En primer lugar se describirán las conclusiones técnicas a partir del análisis de la Directiva 2012/27/UE y el proyecto de Real Decreto y en segundo lugar, se incluirán las conclusiones personales obtenidas de la elaboración del TFG.

### **Conclusiones técnicas.**

El TFG partía con una serie de objetivos iniciales: el análisis de lo dispuesto en la Directiva de Eficiencia Energética 2012/27/UE referente a la industria y su transposición al sistema energético español a través del proyecto Real Decreto de ley. Y la creación de una aplicación informática con la que se pudiera clasificar las diferentes empresas que componen el sistema español, conforme a los requisitos establecido en la DEE.

El primer objetivo se ha visto cumplido. Se ha realizado el estudio de la DEE exclusivamente de los capítulos referidos a la eficiencia energética en la industria, se han expuesto y sintetizado cada uno de ellos. A consecuencia de este análisis se ha definido y explicado otro de los objetivos principales del TFG, la aplicación de auditorías energéticas en los sectores industriales de gran consumo de energía, conforme la DEE específica. Se han comentado las diferentes fases a llevar a cabo de una Auditoría y el concepto fundamental para implementar las mismas, la eficiencia energética.

También se ha analizado la transposición de la DEE a través del proyecto Real Decreto, documento importantísimo para las empresas españolas pues será el que deban cumplir cuando se haya aprobado por el consejo de ministros y sea Real Decreto de ley. Se ha determinado qué empresas industriales deben realizar auditorías energéticas y cuáles no, mecanismos de los que disponen para cumplir con los requisitos exigidos y plazos y compromisos que deben respetar de acuerdo a lo establecido por la Comisión Europea.

Concluyendo que las empresas No pymes, y que no tengan un Sistema de Gestión Energética establecido en sus plantas industriales, estarán obligadas a realizar una auditoría energética antes del 5 de diciembre de 2015 en sus instalaciones.

De momento a día de hoy (20/09/2015) el proyecto Real Decreto de ley, no ha sido aprobado ni publicado oficialmente por el Gobierno, concretamente por el Ministerio de Industria, Energía y Turismo, con lo que genera una incertidumbre en cuanto al cumplimiento de los plazos y obligaciones establecidas en la DEE que competen directamente a las Comunidades Autónomas y empresas privadas dedicadas a la industria.

El objetivo secundario también se ha visto cumplido, aunque durante su desarrollo se cambió un poco el diseño previsto inicialmente. En primera lugar se pensó en una aplicación informática para la explicación de la DEE y el pRD, desechando esa idea tras consultarlo con mi tutor. Más adelante se optó por generar una hoja de ruta que esclareciera los puntos fundamentales del proyecto Real Decreto y la Directiva en forma de flujograma, de forma que se pudiera clasificar una empresa de forma sencilla y definir cuáles eran sus obligaciones respecto al cumplimiento de las auditorías energéticas.

### **Conclusiones personales.**

En el presente TFG se trata y desarrolla un tema muy concreto de la legislación del sector energético. Debido a este carácter tan particular, ha sido necesario profundizar en ciertos aspectos técnicos y legales complementarios a los obtenidos en el grado de electricidad.

La elaboración de este trabajo ha supuesto para el autor el aprendizaje de la redacción, presentación y búsqueda de documentación técnica y legislativa, lección relevante de cara a un posible futuro laboral en el sector industrial relativo a la normalización y acreditación.

Al margen de la adquisición de nuevos conocimientos académicos, el desarrollo del TFG ha supuesto comprender la dificultad de analizar una Directiva Europea y una propuesta de Real Decreto como consecuencia de la primera, con el fin de la toma de decisiones para adaptarse a la regulación vigente y la importante inversión que esto conlleva. Siempre con la mirada puesta en el futuro a medio y largo plazo del sector eléctrico y el medio ambiente. Estos nuevos conocimientos han servido para incrementar mi CV.



## 11. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

La bibliografía utilizada para la realización del presente TFG ha sido la siguiente:

- [1] Página web de Red Eléctrica de España: <http://www.ree.es>  
Accedido en mayo 2015
- [2] Página web IDAE, Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía.  
<http://www.idae.es/>  
Accedido en mayo y julio 2015
- [3] Página web del Ministerio de Industria, Energía y Turismo. <http://www.mityc.es>  
Último acceso en septiembre 2015
- [4] Página web Comisión Nacional de la Energía. <http://www.cne.es>  
Accedido en junio 2015
- [5] Página web Endesa, S.A. <http://www.endesa.com/es/home>  
Accedido en junio 2015
- [6] Apuntes Profesor Julio Usaola García, Asignatura “Regulación de Sistemas Eléctricos”. Universidad Carlos III de Madrid. Año 2012.
- [7] Avance del informe del Sistema Eléctrico 2014. Autor: Red Eléctrica de España, S.A.U
- [8] Líneas de transporte de electricidad. Fuente: Endesa Educa  
[http://www.endesaeduca.com/Endesa\\_educa/recursos-interactivos/el-transporte-de-electricidad/xvi.-las-subestaciones-electricas](http://www.endesaeduca.com/Endesa_educa/recursos-interactivos/el-transporte-de-electricidad/xvi.-las-subestaciones-electricas)  
Accedido en mayo 2015
- [9] Comercializadores de último recurso.  
<http://tarifasgasluz.com/faq/comercializadoras-de-ultimo-recurso>  
Accedido en mayo 2015
- [10] Análisis de la eficiencia energética de la industria española y su potencial de ahorro. Autores: Alfonso Aranda, Sabina Scarpellini y Marisa Feijoó
- [11] AEDENAT, CODA, CS de CCOO & UGT (1998) Ante el cambio climático, menos CO<sub>2</sub> <http://www.ccoo.es/comunes/temp/recursos/1/206.pdf>  
Accedido en junio 2015
- [12] Proyecto Fin de Carrera: ‘Eficiencia energética en el sector industrial’, Diego Sevillejo Aceituno. UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID. Diciembre 2011.
- [13] Ahorro y eficiencia energética S.L.U  
<http://www.eficienciaenergetica.es/que-es-la-eficiencia-energetica-prueba/>  
Accedido en junio 2015

[14] Eficiencia energética en Europa: Una visión general de las políticas y las buenas prácticas. <http://www.construction21.org/espana/articles/es/eficiencia-energetica-en-europa--una-vision-general-de-las-politicas-y-las-buenas-practicas.html>

Accedido en julio de 2015.

[15] Comunicación de la Comisión Europea al Parlamento Europeo y al Consejo.  
Autor: Comisión Europea.

[16] Directiva 2012/27/UE del Parlamento Europeo y del Consejo Europeo.  
Autor: Parlamento Europeo y Consejo de la unión Europea.

[17] Vozpopuli: <http://vozpopuli.com/economia-y-finanzas/45109-campana-del-gobierno-contra-francia-por-su-boicot-a-la-interconexion-electrica-con-espana>

Accedido en agosto de 2015.

[18] Expansion.com:  
<http://www.expansion.com/2014/11/01/empresas/energia/1414871945.html>

Accedido en julio de 2015.

[19] Asociación Española de la Industria Eléctrica. UNESA

[20] Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE)  
[http://www.idae.es/index.php/recategoria.4037/id.871/reلمenu.449/mod.pags/mem\\_detalle](http://www.idae.es/index.php/recategoria.4037/id.871/reلمenu.449/mod.pags/mem_detalle)

Accedido en agosto de 2015.

[21] Proyecto de Real Decreto por el que se transpone la Directiva 2012/27/UE del Parlamento y del Consejo Europeo.

[22] La Eficiencia Energética según la Norma: ISO 50001. Sistemas de Gestión de la Energía.

Autor: Juan Manuel García Sanchez. Gerencia de Eficiencia Energética AENOR. Julio 2015

[23] Proyecto Final de Carrera: 'Propuesta de un procedimiento de operación para la participación de la demanda industrial en los mercados de servicios de ajuste del sistema eléctrico', Miguel Ángel Piñas García. UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID.

[24] Proyecto Real Decreto de ley, todavía en fase de elaboración y aprobación:  
[http://transparencia.gob.es/gl\\_ES/buscar/contenido/normaelaboracion/NormaEVB-34097](http://transparencia.gob.es/gl_ES/buscar/contenido/normaelaboracion/NormaEVB-34097)

Accedido en septiembre de 2015.

[25] Observatorio de Energía y Sostenibilidad en España. Informe basado en indicadores. Cátedra BP de Energía y Sostenibilidad. Universidad Pontificia de Comillas. Edición 2014

## Anexo I. Principios generales para el cálculo de la electricidad de cogeneración.

### Parte 1. Principios generales.

En condiciones normales de utilización los valores usados para calcular la electricidad generada mediante cogeneración se delimitarán en base al funcionamiento predicho o real de la unidad. Para el caso de unidades de microgeneración, el cálculo podrá basarse en valores certificados previamente.

- a) La producción de electricidad mediante cogeneración se considerará igual a la producción total anual de electricidad de la unidad medida a la salida de los generadores principales:
1. En las unidades de cogeneración tipo b), d), e), f), g) y h) especificadas en la parte II, con una eficiencia anual global establecida por los Estados miembros a un nivel como mínimo del 75%.
  2. En las unidades de cogeneración tipo a) y c) indicadas en la parte II, con una eficiencia global anual establecida por los Estados miembros de un 80% como mínimo.
- b) Referente a las unidades de cogeneración cuya eficiencia global anual se inferior al 75% (apartado 1 de a) o al 85% (apartado 2 de a) la cogeneración se calculará aplicando la siguiente fórmula:

$$E_{CHP} = H_{CHP} \times C$$

Dónde:

- $E_{CHP}$ : es la cantidad de electricidad producida mediante cogeneración.
- $H_{CHP}$ : es la cantidad de calor útil procedente de la cogeneración (calculada ésta como la producción total de calor menos cualquier cantidad de calor producida en calderas separadas o mediante extracción bajo tensión del vapor vivo procedente del generador de vapor antes de su paso por la turbina).
- $C$ : es la relación entre calor y electricidad.

El cálculo de la electricidad producida por cogeneración deberá estar basado en la relación real entre electricidad y calor. Si esta relación en la unidad de cogeneración no se conoce, podrán utilizarse, concretamente para fines estadísticos, los siguientes valores por defecto, sólo para las unidades de los tipos a), b), c), d) y e), descritos en la parte II, siempre y cuando la electricidad de cogeneración calculada sea inferior o igual a la producción eléctrica total de la unidad:

Tipo de Unidad	Valor por defecto para la relación entre electricidad y calor. (C)
<b>Turbina de gas de ciclo combinado con recuperación del calor.</b>	0,95
<b>Turbina de contrapresión sin condensado</b>	0,45
<b>Turbina de extracción de vapor de condensación.</b>	0,45
<b>Turbina de gas con recuperación del calor</b>	0,55
<b>Motor de combustión interna</b>	0,75

**Tabla 13:** Valores por defecto en Turbinas y Motores. Fuente: DEE 2012/27/UE

Nota: Si los Estados miembros establecen valores por defecto para la relación entre electricidad y calor (C) en los tipos f), g), h), i), j) y k), especificados en la parte II, estarán obligados a publicarlos y notificárselos a la Comisión.

- c) En el caso de que parte del contenido energético del combustible usado en el proceso de cogeneración se recicle, esta parte podrá restarse del combustible consumido antes de calcular la eficiencia global según lo indicado en los apartados a) y b).
- d) Los Estados miembros podrán establecer la relación entre electricidad y calor como una relación entre la electricidad y el calor útil cuando se opere en modo de cogeneración a baja potencia utilizando datos operativos de la unidad específica.
- e) En cuanto a calcular los valores según los apartados a) y b), los Estados miembros podrán considerar períodos de referencia distintos del período de un año establecido.

## **Parte 2. Tecnologías de cogeneración cubiertas por la presente Directiva.**

- a) Turbina de gas de ciclo combinado con recuperación del calor
- b) Turbina de contrapresión sin condensado
- c) Turbina de extracción de vapor de condensación
- d) Turbina de gas con recuperación del calor
- e) Motor de combustión interna
- f) Microturbinas
- g) Motores Stirling
- h) Pilas de combustible
- i) Motores de vapor
- j) Ciclos Rankine con fluido orgánico

- k) Cualquier otro tipo de tecnología o combinación de tecnologías que corresponda a la definición de cogeneración, expuesta en el punto 6.

En cuanto a aplicar los principios generales para el cálculo de la electricidad de cogeneración, los Estados miembros utilizarán las orientaciones detalladas establecidas en la decisión 2008/952/CE de la Comisión, del 19 de noviembre de 2008, por la que se establecen orientaciones detalladas para la aplicación del anexo II de la Directiva 2004/8/CE del Parlamento Europeo y del Consejo.

## Anexo II. Método para la determinación de la eficiencia del proceso de cogeneración.

Los datos usados para calcular la eficiencia de la cogeneración y el ahorro de energía primaria se determinarán sobre la base del funcionamiento previsto o real de la unidad en condiciones normales de utilización.

### a) Cogeneración de alta eficiencia.

En base a la presente Directiva, la cogeneración de alta eficiencia deberá cumplir los criterios siguientes:

- La producción de cogeneración a partir de unidades de cogeneración deberá aportar un ahorro de energía primaria, calculada en base al procedimiento descrito en el apartado b), de al menos el 10% con respecto a los datos de referencia de la producción por separado de calor y electricidad.
- La producción de las unidades de cogeneración a pequeña escala y de microcogeneración que aporten un ahorro de energía primaria podrá considerarse cogeneración de alta eficiencia.

### b) Cálculo del ahorro de energía primaria.

El ahorro de energía primaria aportado por la producción mediante cogeneración definida en el anexo I, se calcula por medio de la siguiente fórmula:

$$PES = \left( 1 - \frac{1}{\frac{CHP H_{\eta}}{Ref H_{\eta}} + \frac{CHP E_{\eta}}{Ref E_{\eta}}} \right) \times 100\%$$

Donde:

- $PES$ : es el ahorro de energía primaria
- $CHP H_{\eta}$  : es la eficiencia térmica de la producción mediante cogeneración definida como la producción anual de calor útil dividida por la cantidad de combustible utilizada para generar la suma de la producción de calor útil y electricidad de cogeneración.
- $Ref H_{\eta}$  : es el valor de referencia de la eficiencia para la producción separa de calor.
- $CHP E_{\eta}$  : es la eficiencia eléctrica de la producción mediante cogeneración definida como la electricidad anual de cogeneración dividida por la cantidad de combustible utilizado para generar la suma de la producción de calor útil y electricidad de cogeneración. Si una unidad de cogeneración genera energía mecánica, la electricidad anual de cogeneración podrá incrementarse mediante un elemento adicional que represente la cantidad de electricidad equivalente a la de dicha energía mecánica.

- $Ref E_{\eta}$  : es el valor de referencia de la eficiencia para la producción separada de electricidad.

c) Cálculo del ahorro de energía utilizando métodos de cálculo alternativos

Los Estados miembros podrán calcular el ahorro de energía primaria conseguido a través de la producción de calor y electricidad y energía mecánica, como se indica a continuación abajo, sin aplicar el anexo I para excluir las partes de calor y electricidad del mismo proceso no procedentes de la cogeneración. Se podrá considerar que esta producción es cogeneración de alta eficiencia siempre que cumpla los criterios de eficiencia del apartado a) de este anexo, y para las unidades de cogeneración con una capacidad eléctrica superior a 25 MW, si la eficiencia global se sitúa por encima del 70 %. No obstante, para expedir una garantía de origen y a efectos estadísticos, la especificación de la cantidad de electricidad de cogeneración que se produzca en dicha producción se determinará de conformidad con el anexo I.

Si se calcula el ahorro de energía primaria de un proceso utilizando cálculos alternativos, se utilizará la fórmula del apartado b) de este anexo, sustituyendo: «CHP H $\eta$ » por «H $\eta$ » y «CHP E $\eta$ » por «E $\eta$ »:

$$PES = \left( 1 - \frac{1}{\frac{H_{\eta}}{Ref H_{\eta}} + \frac{E_{\eta}}{Ref E_{\eta}}} \right) \times 100\%$$

Donde:

- $H_{\eta}$  : es la eficiencia calórica del proceso, definida como la producción anual de calor dividida por la cantidad de combustible utilizado para producir la suma de la producción de calor y la producción de electricidad.
  - $E_{\eta}$  : E $\eta$  es la eficiencia del proceso en términos de producción de electricidad, definida como la producción anual de electricidad dividida por la cantidad de combustible utilizado para producir la suma de la producción de calor y la producción de electricidad. Si una unidad de cogeneración genera energía mecánica, la cantidad anual de electricidad de cogeneración podrá incrementarse mediante un elemento adicional que represente la cantidad de electricidad equivalente a la de dicha energía mecánica
- d) En cuanto a calcular los valores según los apartados a) y b), los Estados miembros podrán considerar períodos de referencia distintos del período de un año establecido.
- e) En el caso de las unidades de microcogeneración, el cálculo del ahorro de energía primaria podrá basarse en datos certificados.



- f) Valores de referencia de la eficiencia de la producción separada de calor y electricidad.

Los valores armonizados de referencia de la eficiencia consistirán en una matriz de valores diferenciados por factores pertinentes, como el año de construcción y los tipos de combustibles, y deberán basarse en un análisis en el cual se deben tener en cuenta, los datos procedentes de la utilización operativa en condiciones realistas, la combinación de combustibles y las condiciones climáticas, así como las tecnologías de cogeneración aplicadas.

Los valores de referencia de la eficiencia para la producción separada de calor y electricidad de conformidad con la fórmula establecida en el apartado b) establecerán la eficiencia de explotación de la producción separada de calor y electricidad que se pretende sustituir por la cogeneración.

Los valores de referencia de la eficiencia se calcularán con arreglo a los principios siguientes:

1. En el caso de las unidades de cogeneración, la comparación con la producción separada de electricidad se basará en el principio de que deben compararse las mismas clases de combustible.
2. Cada unidad de cogeneración se comparará con la mejor tecnología disponible y económicamente justificable para la producción separada de electricidad y calor disponible en el mercado el año en que se construyó la unidad de cogeneración.
3. En el caso de las unidades de cogeneración de más de diez años, los valores de referencia de la eficiencia serán los de las unidades de diez años.
4. Los valores de referencia de la eficiencia para la producción separada de electricidad y de calor deberán tener en cuenta las distintas condiciones climáticas de los Estados miembros.

### **Anexo III. Marco general para la presentación de informes.**

#### **Parte 1. Marco general para la presentación de informes anuales.**

Los informes anuales a los que se refiere el artículo 24, apartado 1, aportan una base para el seguimiento de los avances hacia los objetivos nacionales marcados en 2020. Los Estados miembros se asegurarán de que los informes incluyen la información mínima siguiente:

- a) Una estimación para el penúltimo año (año en curso – 2) de los indicadores siguientes:
1. El consumo de energía primaria.
  2. El consumo total de energía final.
  3. El consumo de energía final por sectores:
    - Industria
    - Transporte (desglosado por transporte de viajeros y de mercancías, si es posible)
    - Hogares
    - Servicios
  4. El valor añadido bruto por sectores:
    - Industria
    - Servicios
  5. La renta disponible de los hogares
  6. El producto interior bruto (PIB)
  7. La generación de electricidad mediante instalaciones térmicas.
  8. La generación de electricidad de cogeneración.
  9. La generación de calor mediante instalaciones térmicas.
  10. La generación de calor mediante centrales de cogeneración, incluido el calor residual industrial.
  11. La venta de combustible para la generación de energía térmica.
  12. Los pasajeros-kilómetro (pkm), si se encuentra disponible.
  13. Las toneladas-kilómetro (tkm), si se encuentra disponible.
  14. Los kilómetros de transporte combinados (pkm + tkm), en caso de que 12) y 13) no se encuentren disponibles.

En los sectores en que el consumo de energía permanezca estable o vaya en aumento, los Estados miembros analizarán las causas de ello y añadirán al informe las estimaciones su valoración.

#### **Anexo IV. Criterios mínimos para las auditorías energéticas, incluidas las realizadas como parte de sistemas de gestión energética**

Las auditorías energéticas a que se refiere el artículo 8 se atenderán a las siguientes directrices:

- a. deberán basarse en datos operativos actualizados, medidos y verificables, de consumo de energía y, en el caso de la electricidad, de perfiles de carga.
- b. abarcarán un examen pormenorizado del perfil de consumo de energía de los edificios o grupos de edificios, o de las operaciones o instalaciones industriales, con inclusión del transporte.
- c. se fundamentarán, siempre que sea posible, en el análisis del coste del ciclo de vida antes que en períodos simples de amortización, a fin de tener en cuenta el ahorro a largo plazo, los valores residuales de las inversiones a largo plazo y las tasas de descuento.
- d. deberán ser proporcionadas y suficientemente representativas para que se pueda trazar una imagen fiable del rendimiento energético global, y se puedan determinar de manera fiable las oportunidades de mejora más significativa.

Las auditorías energéticas permitirán la realización de cálculos detallados y validados para las medidas propuestas, facilitando así una información clara sobre el potencial de ahorro.

Deberán poderse almacenar los datos empleados en las auditorías energéticas para fines de análisis histórico y trazabilidad del comportamiento energético.

## **Anexo V. Potencial de eficiencia en la calefacción y la refrigeración.**

1) La evaluación completa de los potenciales nacionales de calefacción y refrigeración a la que se refiere el artículo 13, apartado 1 del pRD, incluirá:

- a) una descripción de la demanda de calefacción y refrigeración.
- b) una previsión de cómo cambiará esta demanda en los siguientes 10 años, teniendo en cuenta en particular la evolución de la demanda en los edificios y los diferentes sectores de la industria.
- c) un mapa del territorio nacional en el que se señalen, preservando al mismo tiempo la información comercialmente sensible:
  - i) los puntos de demanda de calefacción y refrigeración, incluidos:
    - los municipios y conurbaciones con una relación entre superficie construida y superficie del terreno de, como mínimo, 0,3, y
    - las zonas industriales con un consumo anual total de calefacción y refrigeración de más de 20 GWh.
  - ii) la infraestructura de calefacción y refrigeración urbana ya existente y planificada.
  - iii) los puntos posibles de demanda de calefacción y refrigeración, incluidas
    - las instalaciones de generación de electricidad con una producción anual de electricidad de más de 20 GWh, y
    - las instalaciones de incineración de residuos,
    - las instalaciones de cogeneración planificadas y existentes que usan las tecnologías señaladas en el anexo I del real decreto 616/2007, de 11 de mayo, sobre fomento de cogeneración.
- d) la determinación de la demanda de calefacción y refrigeración que podría satisfacerse mediante cogeneración de alta eficiencia, incluida la microcogeneración residencial, y mediante calefacción y refrigeración urbana.
- e) la determinación del potencial adicional de cogeneración de alta eficiencia, incluido el obtenido a partir de la renovación de las infraestructuras ya existentes y la construcción de instalaciones de nueva generación e industriales, o de otras instalaciones que generen calor residual.
- f) la determinación del potencial de eficiencia energética de la infraestructura urbana de calefacción y refrigeración.
- g) estrategias, actuaciones y medidas que podrán adoptarse hasta 2020 y hasta 2030 para realizar el potencial indicado en la letra e) a fin de satisfacer la demanda indicada en la letra d), incluidas, en su caso, propuestas de:
  - i) aumento de la parte correspondiente a la cogeneración en la producción de calefacción y refrigeración, y en la generación de electricidad,

- ii) desarrollo de infraestructuras urbanas de calefacción y refrigeración eficientes capaces de irse adaptando a la evolución de la cogeneración de alta eficiencia, el uso de calefacción y refrigeración a partir de calor residual, y al uso de las fuentes de energía renovables,
  - iii) estimular la ubicación de las nuevas instalaciones térmicas de generación de electricidad y de las nuevas plantas industriales que produzcan calor residual en emplazamientos donde se recupere una cantidad máxima del calor residual disponible para satisfacer la demanda ya existente o prevista de calefacción y refrigeración.
  - iv) estimular la ubicación de las nuevas zonas residenciales o de las nuevas plantas industriales que consumen calor en sus procesos de producción en emplazamientos en los que el calor residual disponible, tal como se indica en la evaluación completa, pueda contribuir a satisfacer su demanda de calefacción y refrigeración. Esto podría conllevar propuestas que apoyasen la agrupación de una serie de instalaciones individuales en un mismo emplazamiento a fin de asegurar una correspondencia óptima entre la demanda y la oferta de calefacción y refrigeración
  - v) estimular la conexión de las instalaciones térmicas de generación de electricidad, las plantas industriales que produzcan calor residual, las plantas de incineración de residuos y otras plantas de conversión de residuos en energía a la red local de refrigeración o calefacción urbana.
  - vi) estimular la conexión de las zonas residenciales y de las plantas industriales que consumen calor para sus procesos de producción a la red local de refrigeración o calefacción urbana.
- h) la proporción de cogeneración de alta eficiencia y el potencial realizado y los avances conseguidos en virtud de la Directiva 2004/8/CE.
- i) una estimación de la energía primaria que debe ahorrarse.
- j) una estimación de las medidas de apoyo público a la calefacción y la refrigeración, si las hay, indicando el presupuesto anual y señalando el elemento de ayuda potencial; esta indicación no prejuzga una notificación separada de los regímenes de ayuda pública para la evaluación de la ayuda estatal.
- 2) En la medida adecuada, la evaluación completa podrá estar compuesta por un conjunto de planes y estrategias regionales o locales.